

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCE

Determinace kreditního rizika u portfolia dluhových aktiv

Determination of credit risk for debt assets portfolio

Student: Bc. Martin Urban
Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Novotný, Ph.D.

Ostrava 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Martin Urban**

Studijní program: **N6202 Hospodářská politika a správa**

Studijní obor: **6202T010 Finance**

Specializace: **00 Finance**

Téma: **Determinace kreditního rizika u portfolia dluhových aktiv**
Determination of Credit Risk for Debt Assets Portfolio

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
 2. Teoretická východiska finančních rizik
 3. Popis metodologie měření a řízení kreditního rizika
 4. Stanovení kreditního rizika vybranými metodami
 5. Závěr
- Seznam použité literatury
Seznam zkratk
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

PEČENÁ, Magda a Petr TEPLÝ. *Credit Risk and Financial Crises*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2010. 226 s. ISBN 978-80-246-1872-2.

WITZANY, Jiří. *Credit risk management and modeling*. 1. vyd. Praha: Oeconomica, 2010. 212 s. ISBN 978-80-245-1682-0.


ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Josef Novotný, Ph.D.**

Datum zadání: 22.11.2013

Datum odevzdání: 25.04.2014



Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracoval samostatně.“

V Ostravě dne 25.4.2014

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martin Urban', is written over a horizontal dotted line.

Bc. Martin Urban

Poděkování

Na tomto místě chci upřímně poděkovat panu Ing. Josefu Novotnému, Ph.D. za cenné připomínky a odborné rady při zpracování diplomové práce.

Zároveň chci také poděkovat své rodině za jejich psychickou i materiální podporu, kterou mi poskytovali po celou dobu studia.

Obsah

1. ÚVOD	5
2. TEORETICKÁ VÝCHODISKA FINANČNÍCH RIZIK	7
2.1 Finanční rizika.....	7
2.2 Kreditní riziko	8
2.2.1 Faktory ovlivňující kreditní riziko	10
2.3 Tržní riziko	14
2.3.1 Akciové riziko	16
2.3.2 Komoditní riziko.....	16
2.3.3 Měnové riziko.....	16
2.3.4 Úrokové riziko	17
2.3.5 Odvozená rizika	18
2.4 Likvidní riziko	19
2.5 Operační riziko.....	20
2.6 Ostatní rizika	21
3. POPIS METODOLOGIE MĚŘENÍ A ŘÍZENÍ KREDITNÍHO RIZIKA	23
3.1 Modely řízení kreditního rizika	23
3.1.1 KMV	24
3.1.2 CreditRisk+™	25
3.1.3 CreditPortfolioView™	25
3.2 Popis metodologie CreditMetrics™.....	26
3.2.1 Měření kreditního rizika	28
3.2.2 Parametry modelu.....	30
3.2.3 Interpretace a aplikace výsledků.....	39
3.3 Regulační kapitálový požadavek	41
3.3.1 Basel I.....	41
3.3.2 Basel II.....	43
3.3.3 Basel III	46

4. STANOVENÍ KREDITNÍHO RIZIKA VYBRANÝMI METODAMI	49
4.1 Vstupní data.....	49
4.2 Výpočet kreditního rizika dle Basel I, II a III.....	51
4.3 Výpočet kreditního rizika dle CreditMetrics™	55
4.3.1 Odhad korelace mezi emitenty dluhopisů.....	55
4.3.2 Stanovení hodnoty dluhopisů.....	56
4.3.3 Simulace hodnoty portfolia.....	57
4.3.4 Výpočet kreditního rizika	58
4.4 Zhodnocení výsledků.....	63
5. ZÁVĚR.....	66
SEZNAM LITERATURY A ZDROJŮ	68
SEZNAM ZKRATEK.....	72
PROHLÁŠENÍ O VYUŽITÍ VÝSLEDKŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	
SEZNAM PŘÍLOH	
PŘÍLOHY	

1. Úvod

Řízení rizik je z pohledu řízení banky klíčovou oblastí, neboť rizika jsou nedílnou součástí finančních obchodů a kvalita řízení rizik má výrazný dopad na celkovou ziskovost a stabilitu banky. V rámci bankovního sektoru existuje mnoho druhů rizik, nicméně tím nejvýznamnějším je kreditní riziko.

Poskytování úvěrů je pro růst ekonomiky velice podstatné. Špatné řízení kreditního rizika může vést k bankrotu banky a narušení stability bankovního sektoru. Tato stabilita je přitom klíčová pro kondici finančního trhu a také celé ekonomiky. Negativní vývoj v bankovním sektoru má totiž přímý dopad na stabilitu celého finančního systému, který následně ohrožuje růst ekonomiky. Vzhledem k současné míře globalizace a propojení finančních trhů a ekonomik, existuje vysoké riziko rozšíření negativního vývoje i do dalších zemí, což potvrdila i finanční krize, která vypukla v roce 2007 v USA. Tato krize dále ukázala, že metody využívané ke stanovení míry kreditního rizika nedostatečně zohledňují podstupované riziko. Stávající regulatorní pravidla o kapitálové přiměřenosti proto byla modifikována a byla navržena jejich již třetí verze známá jako Basel III.

Cílem této diplomové práce je stanovení a porovnání velikosti kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika dle Basilejských dohod a ekonomického kapitálu dle metodologie CreditMetrics™.

Celá práce bude rozdělena na část teoreticko-metodologickou a část aplikační. V teoreticko-metodologické části budou nejprve popsána základní finanční rizika. Hlavní důraz přitom bude kladen na kreditní riziko, u kterého budou identifikovány i jednotlivé faktory, které ovlivňují jeho velikost. Dále budou přiblíženy komplexní modely řízení kreditního rizika, mezi které se řadí i metodologie CreditMetrics™. Procesu stanovení velikosti ekonomického kapitálu pomocí metodologie CreditMetrics™ pak bude věnována celá podkapitola. Poslední část bude zaměřena na popis jednotlivých Basilejských dohod o kapitálové přiměřenosti. U každé dohody bude přitom vymezena metoda, popřípadě metody, stanovení regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika.

V aplikační části budou nejprve popsána výchozí data. Kreditní riziko bude počítáno u portfolia složeného z deseti dluhopisů obchodovaných na Frankfurt Stock Exchange. Nominální hodnota portfolia bude 10 mil. € a časovým horizontem pro určení kreditního rizika bude jeden rok s počátkem k 1. 1. 2014. U tohoto portfolia bude následně stanovena velikost regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty dle Basilejských dohod, známých jako

Basel I, Basel II a Basel III. Využito přitom bude standardního přístupu a základní metody vnitřních ratingů. Poté bude u tohoto portfolia proveden také výpočet velikosti ekonomického kapitálu pomocí metodologie CreditMetricsTM. V závěru aplikační části budou výsledky zjištěné pomocí jednotlivých metod porovnány a interpretovány.

2. Teoretická východiska finančních rizik

Obsahem této kapitoly bude charakteristika a popis základních finančních rizik. První část kapitoly bude věnována vymezení role rizika v oblasti financí. Druhá část již bude věnována popisu základních finančních rizik. Největší důraz přitom bude kladen na kreditní riziko, u kterého budou popsány jeho typy a faktory, které na něj působí.

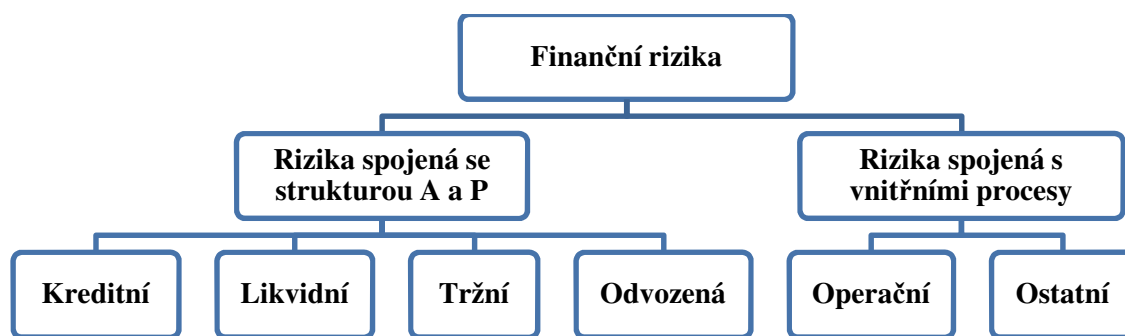
2.1 Finanční rizika

V bankovníctví a finančnictví je termín riziko používán v souvislosti s nejistotou průběhu a výsledků určitých ekonomických či finančních procesů. S každou činností, kterou banka provádí, je spojena i určitá míra rizika. Ty se je snaží co nejefektivněji řídit, aby byl jejich negativní dopad na finanční hospodaření co nejmenší. Banky jsou navíc specifické tím, že při relativně malé výši vlastního kapitálu disponují velkým množstvím cizích zdrojů. Díky tomu podléhají také regulaci, která ještě navyšuje tlak na řízení rizik, které však stojí nemalé finanční prostředky. Hlavním cílem banky, jako i všech podnikatelských subjektů, je zisk a jeho maximalizace v dlouhém období, čehož samozřejmě nelze dosáhnout bez rizika. Zde obecně platí, že čím je zisk větší, tím je i větší riziko. Banky se tedy musí snažit nalézt optimální kombinaci rizika a zisku.

Rizikem lze tedy ve financích chápat proměnlivost potenciálních zisků a ztrát, které vyplývají z držení určitých aktiv a pasiv nebo jsou spojena s vnitřními procesy v dané bankovní instituci.

Finanční rizika lze definovat jako potenciální finanční ztrátu, tedy jako budoucí ztrátu, která je spojena s určitým finančním nástrojem či portfoliem. Potenciální ztráta bývá označována jako ztráta neočekávaná a tvoří základ pro stanovení regulačního kapitálu. Mezi hlavní rizika spojená se strukturou aktiv a pasiv se řadí úvěrové (kreditní) riziko, tržní riziko a likvidní riziko, dále existují také rizika vedlejší. Hlavním rizikem spojeným s vnitřními procesy banky je operační riziko. Mimo to existuje i velké množství ostatních rizik, které však nejsou tak významná jako riziko operační. (Vlachý, 2006) Členění finančních rizik se liší v závislosti na jednotlivých autorech. Na Obr. 2.1 lze vidět obecné rozdělení finančních rizik.

Obr. 2.1 Rozdělení finanční rizik



Zdroj: Vlastní zpracování dle Ziegler (2006), Vlachý (2006)

2.2 Kreditní riziko

Kreditní riziko bývá považováno za nejstarší a také nejvýznamnější typ rizika, se kterým se lze v bankovníctví setkat. Jedná se o riziko ekonomické ztráty při neschopnosti dlužníka dostát zcela nebo zčásti svým závazkům. Česká národní banka (2002) definuje kreditní riziko jako „riziko ztráty vyplývající ze selhání smluvní strany tím, že nedostojí svým závazkům podle podmínek smlouvy“.

Významnost kreditního rizika v České republice je patrná i z regulatorního kapitálového požadavku, protože většina kapitálu drženého bankou je na krytí kreditních rizik a jen malá část na krytí tržních, operačních a ostatních rizik. Tuto skutečnost potvrzuje i následující Tab. 2.1, ze které vyplývá, že podíl regulatorních kapitálových požadavků na krytí kreditního rizika v České republice se v letech 2009 – 2012 pohyboval v mezi 85 % až 88 %.

Tab. 2.1 Podíl kapitálových požadavků finanční rizik v ČR v období 2009 – 2012 v %

Rok	2009	2010	2011	2012
Kreditní	87,93	87,10	86,24	85,50
Tržní	2,23	1,90	3,10	3,19
Operační	9,82	10,99	10,65	11,30
Ostatní	0,02	0,01	0,01	0,01

Zdroj: ČNB, Novotný(2012)

V celosvětovém měřítku pak kreditní riziko představuje v průměru 50 - 70 % všech rizik. Je to sice méně než v případě České republiky, stále se však jedná o velmi významnou část.¹ (Mejstřík, 2008)

¹ Tržní riziko celosvětově představuje 5-20 % a operační riziko 5-30 %.

Banky se snaží snížit míru kreditního rizika tím, že preferují obchody s důvěryhodnými stranami. Snaží se získat kolaterál nebo rámcové dohody, které obsahují klauzule o započtení nebo kolaterálu. Specifickým rysem většiny kreditních operací je nestandardnost a obtížná převoditelnost, což je zásadní rozdíl oproti burzovním obchodům. (Mejstřík, 2008).

Jak již bylo zmíněno, je kreditní riziko ztráta způsobená nesplněním závazků. Závazky vznikají z úvěrových aktivit, obchodních investičních aktivit, z platebního styku a obchodů s cennými papíry a to jak na vlastní tak i cizí účet. Jílek (2000) člení kreditní riziko následovně:

- přímé úvěrové riziko,
- riziko úvěrových ekvivalentů,
- vypořádací riziko,
- riziko úvěrové angažovanosti.

Přímé úvěrové riziko je riziko, kdy protistrana nebude ochotna nebo schopna dostát včas svým závazkům z již uzavřených úvěrových obchodů (úvěry, půjčky, vklady (depozita), dluhopisy, směnky apod.). Jedná se o nejstarší finanční riziko a je stále nejvýznamnějším rizikem finančního trhu. (Polouček, 2013)

Riziko úvěrových ekvivalentů je riziko ztráty ze default partnera v podrozvahových položkách (poskytnuté úvěrové přísliby, poskytnuté záruky, poskytnuty či potvrzeny dokumentární akreditivy, deriváty). Základem výpočtu úvěrového rizika u podrozvahových položek je výpočet úvěrových ekvivalentů, tedy součin konverzního faktoru a jmenovité hodnoty transakce nebo součet reálné hodnoty derivátu a potenciální expozice.

Vypořádací riziko je riziko ztráty z defaultu protistrany během procesu vypořádání. Toto riziko vzniká v okamžiku, kdy existuje časový nesoulad mezi vlastním plněním a plněním protistrany. Součástí vypořádacího rizika je především měnové vypořádací riziko, kde je zaslána jedna měna, ale k přijetí druhé měny nedojde. Nejčastějšími důvody jsou časové rozdíly a termíny konečných plateb. Druhým významným vypořádacím rizikem je vypořádací riziko cenných papírů, které pramení z nesouladu při vypořádání operací spojených s obchody s cennými papíry. Tento nesoulad je způsoben především různými druhy národních clearingových center.

Klasickým příkladem vypořádacího rizika je Bankhaus Herstatt z 26. června 1974, kdy zaplatilo několik partnerů této bance německé marky prostřednictvím německého platebního systému proti očekávanému dodání amerických dolarů do New Yorku. Pobočka banky Herstatt ve Frankfurtu však kvůli rozdílům v časových pásmech neodeslala peníze ihned a než tak mohla

učinít, byla jí německým bankovním dohledem zrušena bankovní licence. Tento incident vedl k vytvoření systémů, ve kterých dochází k vypořádání v reálném čase.

Riziko úvěrové angažovanosti je riziko ztráty vyplývající z expozice vůči jednotlivým partnerům, skupinám partnerů a spřízněným osobám, partnerům v jednotlivých zemích, atd. Banka by se totiž mohla dostat do finančních problémů, pokud by měla vůči určitému klientovi, skupině či odvětví otevřenou nadměrnou expozici. I v případě poskytování bankovních úvěrů je tak důležitá diversifikace. Ve všech bankách jsou proto stanovovány úvěrové limity vůči jednotlivým klientům. Tyto limity se týkají všech operací zvyšující úvěrové riziko banky a sčítají se pro každého klienta zvlášť, aby nedošlo k jejich překročení.

V období hospodářského růstu mívají banky tendence postupovat při posuzování úvěrového rizika s menší obezřetností. Příмым následkem je pak zhoršená kvalita úvěrového portfolia, která se však projeví až v období hospodářského poklesu nárůstem defaultních úvěrů, což ještě více zhorší situaci banky.

Typickým případem špatného řízení úvěrového rizika je americká hypoteční a kreditní krize z roku 2007. Kolaps úvěrového trhu kvůli nekvalitním hypotékám ve Spojených státech zapříčinil paniku na americkém finančním trhu, která se postupně rozšířila na finanční trhy do celého světa. Krize zasáhla Evropu i Asii a změnila se v celosvětovou hospodářskou krizi. (Pečená, 2010)

2.2.1 Faktory ovlivňující kreditní riziko

Při zkoumání kreditního rizika je důležité vědět, které faktory jeho velikost ovlivňují. Jedná se především o tyto čtyři:

- pravděpodobnost defaultu,
- míra návratnosti,
- kreditní expozice,
- časový horizont.

Pravděpodobnost defaultu

Základním zdrojem rizika je možnost změny kredibility emitenta v průběhu rizikového horizontu. Jde o situaci, kdy se dlužník dostane do problémů a není schopen zcela nebo zčásti dostát svým závazkům. Pro měření pravděpodobnosti defaultu se v dnešní době velmi často využívá rating. Je to systém hodnocení, který podle úrovně kredibility přiřazuje určité písmeno a/nebo číselný kód. Rating je možné rovněž vnímat jako pravděpodobnost, s jakou konkrétní

subjekt dostojí svým závazkům. Ratingové hodnocení může být přiděleno celé řadě subjektů (podniky, státy, municipality), ale i konkrétním dluhovým instrumentům či samotným emisím. Rating je možné členit z hlediska jeho tvůrce na interní a externí.

Interní rating si vytváří hodnotící společnost sama a je nejvíce rozšířený v oblasti bankovníctví. Bankovní instituce jej využívají při stanovení kritérií pro rozhodování v oblasti úvěrové činnosti.

Při **externím ratingu** jsou pro stanovení kvality dlužníků využívány specializované instituce (ratingové agentury). Ty vznikly díky stále rostoucí poptávce investorů po informacích o rizicích spojených s investicemi do různých druhů aktiv. Nejznámějšími ratingovými agenturami jsou Standard & Poor's, Moody's a Fitch-IBCA. Každá ratingová agentura však hodnotí rating lehce odlišně a má svůj vlastní žebříček. Za nejvyužívanější se považují hlavně hodnocení od ratingových agentur – S&P a Moody's, ale i od těchto dvou agentur se mohou ratingy stejné firmy mírně lišit. Například agentura S&P posuzuje dluhy různých subjektů dle momentální situace dlužníka s přihlédnutím ke konkrétnímu závazku včetně přijatých záruk a pojištění. Hodnoceno je riziko defaultu až do splatnosti dluhu a je započítána také pravděpodobnost výskytu možných budoucích událostí. Celkové hodnocení je pak založeno na pravděpodobnosti defaultu, typu dluhového nástroje a ochraně věřitele včetně jeho relativní pozice při bankrotu dle místního zákona o bankrotu a dalším právním úpravám, které ovlivňují práva věřitele. Škála ratingových hodnocení je obvykle rozdělena na dvě pásma:

- investiční pásmo (hodnocení AAA až BBB),
- spekulativní pásmo (BB, CCC, CC a C).

Za spolehlivé a méně rizikové subjekty jsou chápány ty, které získají rating v investičním pásmu. Za více rizikové jsou pak považovány ty s ratingem ve spekulativním pásmu.

Ratingové agentury také vypracovávají tzv. **matici přechodů**, které je sestavena na základě pozorování historických dat, změn hodnot ratingů jednotlivých společností a jejich defaultů. Jedná se o čtvercovou matici, ve které je každý prvek dán historicky pozorovanou pravděpodobností toho, že daný emitent s ratingem vneseným v levém sloupci bude mít po konkrétní předem určené časové období rating vnesený v horním řádku. V rámci této diplomové práce bude použita jednoletá matice přechodů agentury Standard & Poor's, která je znázorněna v následující Tab. 2.2.

Tab. 2.2 Zkrácená jednoletá tranzitivní matice pravděpodobnosti migrace ratingu v %

From/To	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D
AAA	85,03	1,52	0,43	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
AA	0,22	78,98	1,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A	0,00	0,17	73,46	1,14	0,06	0,00	0,00	0,11
BBB	0,00	0,10	0,58	69,98	1,07	0,39	0,10	0,10
BB	0,00	0,00	0,00	0,00	56,75	1,00	0,75	0,50
B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	45,66	4,53	4,15
CCC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,46	25,29	37,93

Zdroj: *Standard & Poor's*

Je patrné, že s největší pravděpodobností zůstane rating emitenta v rámci jednoho roku na stejné úrovni, na které byl na začátku sledovaného období. Druhou největší pravděpodobnost má posun ratingu o jeden stupeň v obou směrech. V matici přechodů musí platit, že suma jednotlivých pravděpodobností každé kategorie je rovna 1. Z matice přechodů je také patrné, že s delším časovým horizontem obligace se také zvyšuje pravděpodobnost defaultu.

Míra návratnosti

V situaci, kdy již dlužník nadále není schopen splácet své závazky, existuje vysoká pravděpodobnost, že pohledávky jeho věřitelů nebudou uhrazeny v plné výši. Ta část pohledávek, kterou věřitelé získají nazpět, se pak označuje jako míra návratnosti (recovery rate (RR)). Felsenheimer, Gisdakis and Zaiser (2006) uvádějí, že modelování míry návratnosti je mnohem složitější než modelování pravděpodobnosti defaultu. Jako jeden z důvodů uvádějí klauzule obsažené v téměř každém kontraktu, kdy default jednoho instrumentu je příčinou defaultu všech ostatních dluhových instrumentů v dané společnosti. Pravděpodobnost defaultu je tak podle nich tzv. company-specific, zatímco míra návratnosti se odvíjí od podřízenosti jednotlivých závazků a je tedy brána jako instrument-specific. Podřízenost jednotlivých instrumentů je dána jejich senioritou, která vyjadřuje pořadí, v jakém jsou závazky uhrazovány. Stupně seniority jsou:

- Senior Secured – senior dluh, zajištěný obchodovatelný dluhopis,
- Senior Unsecured – senior dluh, nezajištěný obchodovatelný dluhopis,
- Senior Subordinated – senior podřízený dluh, obchodovatelný dluhopis,
- Subordinated – podřízený dluh, obchodovatelný dluhopis,
- Junior Subordinated – junior podřízený dluh, obchodovatelný dluhopis.

Není to však pouze seniorita, co určuje velikost míry návratnosti. Důležitý je také, objem pohledávky, velikosti průmyslovém odvětví dlužníka, regionální faktor, doba, po kterou probíhá úhrada nebo také legislativní rámec.

S mírou návratnosti úzce souvisí parametr ztráta daná defaultem dlužníka (Loss Given Default, LGD). Parametr LGD_i vyjadřuje velikost ztráty u i -té pohledávky, kde nastal default. Vzájemný vztah parametrů RR a LGD_i je dán následujícím vztahem (2.1):

$$LGD_i = 1 - RR_i, \quad (2.1)$$

kde LGD_i je míra ztráty zjištěná u i -té defaultní pohledávky a RR_i je míra vymahatelnosti zjištěná u dané i -té pohledávky. Při určování míry návratnosti se však vyskytuje mnoho překážek. Například často neexistuje trh, ze kterého by bylo možné vypořádat objektivní hodnocení.

Pro korporátní dluhopisy se používají dvě základní studie míry návratnosti, jejichž výsledky dospívají k podobným odhadům a pokrývají stejný 25letý časový úsek (1970 – 1995). Prvním zdrojem je studie Carty & Lieberman a druhým zdrojem je studie Altman & Kishore. Obě tyto studie lze vidět v Tab. 2.3. V rámci této diplomové práce bude použita studie Carty & Lieberman.

Tab. 2.3 Míry návratnosti dle jednotlivých studií

Seniority class	Carty & Lieberman			Altman & Kishore		
	Počet pozorování	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet pozorování	Průměr	Směrodatná odchylka
Senior Secured	115	53,80 %	26,86 %	85	57,89 %	22,99 %
Senior Unsecured	278	51,13 %	25,45 %	221	47,65 %	26,71 %
Senior Subordinated	196	38,52 %	23,81 %	177	34,38 %	25,08 %
Subordinated	226	32,74 %	20,18 %	214	31,34 %	22,42 %
Junior Subordinated	9	17,09 %	10,90 %	-	-	-

Zdroj: CreditMetricsTM – Technical Document

Při bližším pohledu na Tab. 2.3 lze konstatovat, že průměrné realizace záchrany jistiny jsou odlišné dle seniority. U seniority stupně senior secured je průměrná míra návratnosti přes 50 %, kdežto nejpodřízenějšího dluhu, junior secured, je to pouze 17 %.

Kreditní expozice

Kreditní expozice je nárok na určitou hodnotu v době defaultu. Jedná se o maximální hodnotu ztráty v situaci, kdy je protistrana v defaultu. Jelikož default představuje nejistou situaci, ke které může dojít kdykoliv během trvání kontraktu, je nutné brát v úvahu nejen současnou kreditní expozici, ale také možné změny během trvání daného kontraktu. Tento fakt je nejvíce podstatný pro derivátové obchody, jejichž hodnota se může během určitého období významně měnit, a to v závislosti na aktuální situaci na trhu. Je proto nutné rozlišovat mezi třemi mírami kreditní expozice, kterými jsou:

- aktuální expozice: $AE(c, t) = \max\{0, V(c, t)\}$, kde $V(c, t)$ je hodnota kontraktu c v čase t a $AE(c, t)$ je rovna kladné hodnotě aktiva v čase t ;

- **potenciální expozice:** představující dodatečnou kreditní expozici v budoucnosti;
- **celková expozice:** součet aktuální a potenciální expozice.

Dříve se kreditní riziko stanovovalo hlavně v souvislosti s dluhopisy a úvěry. U těchto instrumentů se velikost kreditní expozice blížila jejich nominální hodnotě. V současnosti bývají velmi často využívány kreditní deriváty. Tyto instrumenty rozšiřují možnosti bank a investorů při řízení kreditního rizika. Tyto kontrakty umožňují přesun rizika od subjektu, který riziko prodává (risk seller, protection buyer) na subjekt, který ho naopak nakupuje (risk buyer, protection seller).

Úvěrové deriváty lze rozdělit na *financované* (tj. deriváty, u kterých subjekt nakupující riziko poskytuje prostředky na krytí rizika předem) a *nefinancované* (tj. deriváty, kdy subjekt nakupující riziko neposkytuje prostředky na krytí rizika předem, ale až při úvěrové události). Nejznámějším kreditním derivátem jsou swapy úvěrového selhání (credit default swap, CDS), kde kupující swapu souhlasí s tím, že při situaci, kdy emitent nebude schopen plnit své závazky, převezme dluh v nominální hodnotě. Odměnou za tento závazek je periodický poplatek od protistrany. Dalšími kreditními deriváty jsou: úvěrový dluhopis (credit linked note, CLN), swapy veškerých výnosů (total return swaps, TRS) a opce úvěrového rozpětí (credit spread options, CSO).

Časový horizont

Dalším důležitým faktorem, který napomáhá k určení kreditního rizika, je výběr časového horizontu, za který bude dané riziko měřeno. Většina akademických dat a dat vydávaných agenturami, zabývajících se touto problematikou je založena na roční bázi. Jednotliví investoři si však musí sami určit interval, během kterého chtějí riziko měřit. Rozdělení pravděpodobnosti ztráty na tři roky je bezpochyby více nejisté než pro tři dny. Vybrat nejlepší časový horizont je však složité. Obecně se doporučuje sledovat dva zásadní faktory:

- stupeň likvidity trhu, v rámci kterého může být existující kreditní expozice prodána,
- preference každého jednotlivého investora, který vlastní kreditní portfolio.

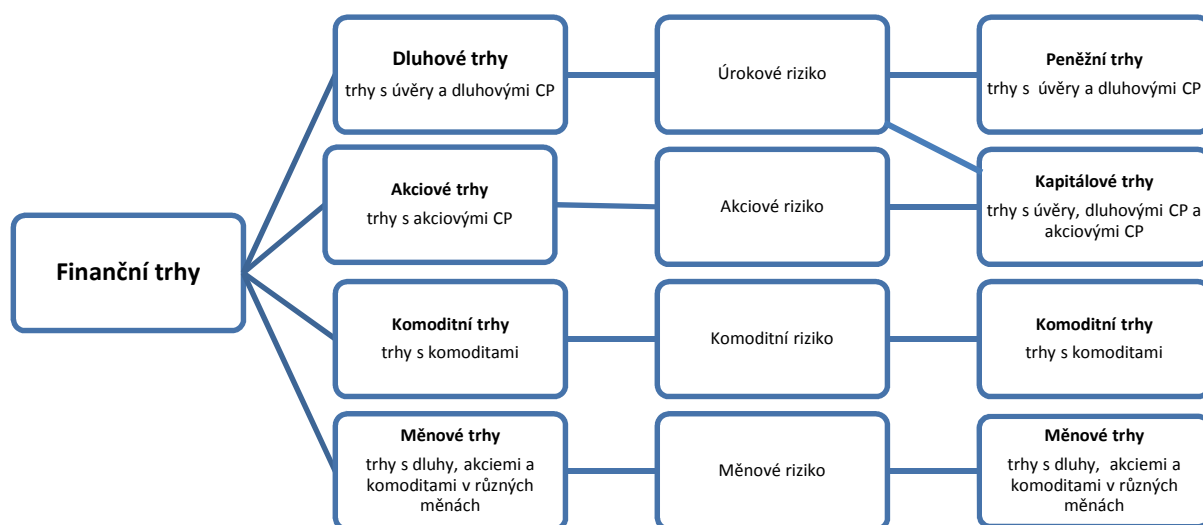
V této diplomové práci bude využit jednoletý časový horizont, který se používá ve většině případů v rámci stanovování kreditního rizika.

2.3 Tržní riziko

Další druh rizika, tržní riziko, vyplývá ze změn cen aktiv na finančních trzích a jedná se o další významné riziko, kterému jsou banky vystaveny. Jde o riziko ztráty v případě

změn tržních cen podkladových aktiv na finančním trhu. Jeho význam roste díky větší diversifikaci činností bank a jejich zvyšující se angažovaností na finančních trzích. Nejpodstatnější vliv má tržní riziko na oblast investičního bankovníctví. Jak již bylo zmíněno, tržní riziko se odvíjí od podkladového aktiva, se kterým banka obchoduje. Lze tedy rozlišovat několik druhů tržních rizik, kterými jsou riziko akciové, komoditní, úrokové a měnové. V následujícím Obr. 2.2 lze pak vidět vazby mezi jednotlivými typy finančních rizik a druhy finančních trhů.

Obr. 2.2 Propojení finanční trhů a tržních rizik



Zdroj: Jílek (2000)

Z předchozího Obr. 2.2 je patrné, že tyto čtyři základní typy tržního rizika silně korelují s rozdělením finančních trhů, které jsou obvykle členěny na trhy akciové, měnové, komoditní a dluhové. Na akciových trzích se obchoduje s akciemi a akciové riziko je chápáno jako riziko ztráty z neočekávaných změn cen akciových nástrojů na obchodní portfolio banky.

Podobně lze hovořit o komoditních trzích, kam bývá v případě finančních trhů obvykle zařazen pouze trh s drahými kovy (zlato, stříbro, atd.). Riziko je zde opět spojeno se ztrátou z neočekávané změny tržních cen komodit na obchodní portfolio banky.

Dalším trhem je dluhový trh, kde dochází k poskytování úvěrů a k obchodování s dluhovými cennými papíry. Nejvýznamnější roli zde zastává úrokové riziko spojené se ztrátou způsobenou neočekávanou změnou úrokové míry. Dluhovými cennými papíry jsou označovány nakoupené cenné papíry úvěrového charakteru, které představují pohledávku držitele cenného papíru vůči jeho emitentovi. Dluhovými cennými papíry jsou například dluhopisy (obligace), směnky apod.

Posledním z finančních trhů je trh měnový (devizový). Jak říká Jílek (2000), jedná se o vůbec největší trh na světě a je tvořen všemi předchozími trhy za předpokladu, že obchodování je prováděno ve více měnách. Patří do něj také trh peněžních prostředků v cizích měnách. Primárním rizikem je ztráta z neočekávané změny měnových kurzů.

2.3.1 Akciové riziko

Akciové riziko nelze chápat jen jako riziko z poklesu ceny drženého akciového nástroje. Jílek (2000, s. 16) ho definuje jako „*riziko ztráty ze změn cen nástrojů citlivých na ceny akcií*“. V souladu s definicí lze pak akciové riziko rozdělit na čtyři dílčí rizika, kterými jsou:

- riziko změny cen akcií,
- riziko změny volatility cen akcií,
- riziko změny cenových indexů mezi různými akciemi nebo akciovými trhy,
- riziko změny dividend.

U akciového rizika je dále nutné rozlišit systémové a specifické riziko. Systémové riziko je riziko spojené s trendy na akciových trzích. Toto riziko nelze snížit u jednoho akciového trhu, ale lze jej snížit diversifikací mezi více trhy. Specifické riziko je spojeno s vývojem jednotlivých akcií a lze jej snížit diversifikací mezi více akciových titulů. (Ziegler, 2006)

2.3.2 Komoditní riziko

Komoditní riziko je velmi podobné jako akciové riziko, protože je také spojeno s rizikem změny cen finančních instrumentů citlivých na změnu ceny komodit. Při zajištění komoditního rizika se využívají deriváty. I komoditní riziko lze rozdělit na několik dílčích rizik, kterými jsou:

- riziko změny cen komodit,
- riziko změny vztahu mezi spotovými a forwardovými cenami komodit,
- riziko změny volatility cen komodit,
- riziko změny cenového rozpětí mezi různými komoditami.

2.3.3 Měnové riziko

Ziegler (2006, s. 102) definuje měnové riziko nebo také kurzové riziko jako „*riziko, které spočívá v nejistotě o vývoji kursů měn, v nichž jsou denominovány rozvahová aktiva, rozvahová pasiva i podrozvahové pohledávky a závazky banky.*“ U jednotlivých položek je také důležitá souvislost z hlediska velikosti, měny nebo času.

Při řízení měnového rizika se banka snaží sladit svá aktiva v cizích měnách s pasivy v těchto měnách a to za účelem zajištění nebo spekulace. Další možností zajištění je využití měnových derivátů. Devizový trh je zdaleka největší a nejlikvidnější finanční trh na světě. Jedná se o mimoburzovní trh (OTC), protože měny jsou vysoce homogenní aktivum a o obchodu rozhoduje vždy cena. Ta by v případě obchodování v rámci burzy byla jednoznačně vyšší, např. kvůli poplatkům. Tento trh se nenachází na jednom konkrétním místě, ale tvoří ho elektronická síť, která umožňuje obchodování 24 hodin denně. Vzhledem ke skutečnosti, že je tento trh mimoburzovní a banky nemají jistotu, že protistrana dostojí svým závazkům, je tento trh postaven na vzájemné důvěře. Obchodují zde tak pouze subjekty, které již svou důvěryhodnost prokázaly a nové subjekty se zde prosazují velice obtížně.

Banky na devizovém trhu provádějí operace jak zajišťovací, tak i spekulativní s cílem maximalizovat zisk. Nejzákladnějším typem operací jsou spotové výměny peněz. Ty probíhají pomocí systému SWIFT a korespondenčních bank. Pro účely zajištění měnového rizika banky využívají obchody s termínem vypořádání delším než dva pracovní dny, kterými jsou měnové forwardy, futures nebo swapy.

2.3.4 Úrokové riziko

Kašparovská (2006, s. 91) definuje úrokové riziko jako „*riziko, které bance vzniká ze změn tržních úrokových sazeb a projevuje se negativním dopadem těchto změn na změnu úrokového výnosu nebo do tržní hodnoty kapitálu banky.*“

Při řízení úrokového rizika je nejdůležitější zachování požadovaného výnosu při minimální výši rizika. Ten je nejčastěji vyjádřen pomocí čistého úrokového výnosu nebo čisté úrokové marže. Úrokové riziko jako celek lze dále rozdělit na čtyři dílčí rizika.

- Riziko gapu – vzniká díky časovému nesouladu mezi přeceněním aktiv a pasiv vázaných na referenční úrokovou sazbu. Změna této sazby způsobuje změnu výnosů z aktiv a nákladů z pasiv. Zda se v konečném důsledku bude jednat o zisk nebo ztrátu, závisí na směru pohybu dané referenční sazby a také struktuře aktiv a pasiv.
- Riziko báze – funguje na podobném principu jako riziko gapu s tím rozdílem, že aktiva a pasiva nejsou vázána na jednu referenční úrokovou sazbu, ale na jiný druh pohyblivých sazeb, které jsou vzájemně poměrně nezávislé.

- Riziko výnosové křivky – představuje ztrátu z neočekávané změny tvaru či sklonu výnosové křivky, což je rozdíl oproti gapu, kde se celá křivka pouze posouvala, ale neměnila.
- Riziko vtělené opce – je spojeno s předčasným splacením úvěru nebo vybráním vkladu. V určitých smlouvách mají klienti právo tak učinit, takže se v podstatě jedná o určitý typ opce. Takto vybrané nebo předčasně vrácené peníze může klient opětovně uložit resp. znova si je půjčit, ale za již, pro něj, výhodnějších podmínek. Tato skutečnost se negativně projevuje v úrokových výnosech banky.

Úrokové riziko bývá nejčastěji měřeno gapovou analýzou, metodou analýzy durací, durací gapu nebo metodou Value at Risk (VaR).

Při reakci na úrokové riziko má banka dvě možnosti. Snažit se o zajištění proti jeho nepříznivému vývoji nebo se pokusit na pohybu úrokových sazeb profitovat. První možnost je tzv. defenzivní strategie. Cílem této strategie je postupovat tak, aby byla velikost čisté úrokové marže nezávislá na změnách úrokových sazeb. Druhou možností je tzv. agresivní strategie, kdy banka využívá změn úrokových sazeb ke zvýšení úrokové marže.

Metody, jimiž banka řídí úrokové riziko, lze rozdělit do dvou skupin, a sice na metody řízení v bilanci a na metody řízení pomocí derivátů. U metody řízení úrokového rizika změnou struktury bilance se banka snaží o eliminaci zdroje rizika, tj. odstranění nevyhovujících aktiv a pasiv z bilance. Samotné úrokové riziko tak sice není řízeno, nicméně je odstraněno jako nežádoucí následek. Nejčastěji se jedná o změnu struktury investičního portfolia nebo změnu úrokových sazeb. Druhou možností řízení úrokového rizika je pomocí podrozvahy, konkrétněji pomocí finančních derivátů. Deriváty lze opět využít dvěma způsoby, na zajištění či na spekulaci. Spekulace je poměrně vysoce riziková a mohla by způsobit velké ztráty, stejně tak jako použití derivátů na zajištění. Výhodou využití derivátů je však snížení úrokové expozice banky s malými požadavky na kapitál.

2.3.5 Odvozená rizika

Prvním z odvozených rizik je **korelační riziko**, které představuje riziko ztráty způsobené porušením historické korelace mezi rizikovými nástroji, produkty, měnami a trhy. Toto riziko bývá někdy označováno jako riziko báze, které již bylo nastíněno u úrokového rizika.

Tím druhým pak **riziko úvěrového rozpětí**, které lze definovat jako „*riziko ztráty ze změn rozpětí u cenných papírů různého úvěrového hodnocení.*“ (Jílek, 2000 s. 76) Úvěrové

rozpětí je rozdíl mezi výnosností do splatnosti daného finančního nástroje a výnosností do splatnosti obdobného bezrizikového finančního nástroje. Například u podnikového dluhopisu je možné úvěrové rozpětí definovat jako rozdíl mezi výnosností do splatnosti podnikového dluhopisu (tj. dluhopisu s úvěrovým rizikem) a výnosností do splatnosti obdobného státního dluhopisu (tj. dluhopisu bez úvěrového rizika).

2.4 Likvidní riziko

Riziko likvidity bývalo velmi často opomíjeno, což znamenalo, že jeho definice a pravidla řízení byla obsažena pouze v kvalitativních předpisech vydaných Výborem pro bankovní dohled. Během posledních několika let se však situace zcela obrátila a nová regulatorní pravidla Basel III považují likvidní riziko za jednu z velmi důležitých oblastí. Likvidní riziko lze definovat jako riziko, že banka nebude schopná dostat zcela nebo zčásti svým finančním závazkům v době jejich splatnosti nebo nebude schopná financovat svá aktiva. Riziko likvidity vyplývá z proměnlivosti výnosů, které jsou výsledkem způsobu uspokojení poptávky po likviditě. (Polouček, 2013) Riziko likvidity lze rozdělit na dvě základní kategorie.

- Riziko financování – rizikem je ztráta v případě dočasné platební neschopnosti. Jde o riziko neschopnosti zajistit prostředky na portfolio aktiv a pasiv při daných splatnostech a úrokových mírách.
- Riziko tržní likvidity – jde o riziko ztráty v případě nízké likvidity trhu s finančními instrumenty, které brání rychlému vypořádání pozic. Podstatou tohoto rizika je rozdíl ve splatnosti aktiv (úvěry, investice) a pasiv (klientské vklady, závazky vůči jiným věřitelům, apod.). Banka si udržuje v hotovosti pouze zlomek všech finančních prostředků, které má k dispozici. Proto je téměř neustále vystavena riziku, že klienti budou chtít své finanční prostředky vybrat.

Riziko likvidity lze snížit správnou strukturou aktiv a pasiv. Za bezpečnější banku lze, z hlediska likvidity, považovat takovou banku, která má dostatečné vysoké rezervy na krytí neočekávaných výdajů, drží dostatek finančních prostředků v hotovostní formě, má vklady u centrálních nebo komerčních bank a drží krátkodobé cenné papíry. Banka by se vždy měla snažit časově sladit aktiva s pasivy. Na straně pasiv by se pak banka měla snažit udržovat dostatečně vysoký podíl vlastního kapitálu oproti kapitálu cizímu. (Jílek, 2009)

2.5 Operační riziko

Česká národní banka (2004, s. 1) definuje operační riziko jako „*riziko ztráty banky vlivem nedostatků či selhání vnitřních procesů, lidského faktoru nebo systémů či riziko ztráty banky vlivem vnějších událostí včetně rizika ztráty banky v důsledku porušení či nenaplnění právní normy.*“

Operační riziko lze chápat jako neočekávanou situaci nebo okolnost, která může v konečném důsledku ovlivnit banku a její podnikatelskou činnost. Tyto neočekávané ztráty mohou vznikat prakticky ve všech procesech a na všech úrovních banky a to i tam, kde dnes již fungují interní kontroly či systémová řešení a proces fungování banky se zdá být dobře nastaven.

V porovnání s dalšími finančními riziky není operační riziko primárně spjaté s obchodním portfoliem dané finanční instituce (úvěrovým, obchodním, investičním). Jde o riziko spjaté s jejími procesy, respektive jejich hlavními prvky, kterými jsou lidé, systémy a technologie. (ČNB, 2007) Dle Basilejského výboru lze rozdělit operační riziko na 4 dílčí rizika, kterými jsou:

- riziko ztráty z nepřiměřených nebo špatných vnitřních procesů,
- riziko lidské,
- riziko systémů,
- externí faktory.

Pro dosažení požadovaných cílů podnikání je nutné, aby se banka neustále snažila tato rizika eliminovat a tvořila tak celkový systém řízení operačního rizika. Externí faktory může banka ovlivnit jen obtížně, nicméně zbývající tři jsou faktory vnitřní a ty již lze ovlivnit mnohem lépe. Specifickým rysem operačního rizika je nedostatek historických dat, která by tato rizika pomohla přesněji predikovat a snížit jejich dopady, jako je tomu například u kreditního nebo tržního rizika.

Vnitřní procesy

Rizika vnitřních procesů jsou spojena s neefektivními nebo nevyhovujícími procesy banky, tzn. že nevedou k dosažení stanovených cílů nebo těchto cílů dosáhnou, ale pouze s vynaložením příliš vysokých nákladů. Nejtypičtějším příkladem jsou chyby v celém procesu, které začínají u prodeje a stanovení cen a končí chybami v dokumentaci a plnění klientovi, jež vyplývá ze smluvního ujednání. Typickými chybami jsou nesprávné provedení bezhotovostního platebního příkazu, chybnému čerpání úvěru na jiný účet, zaslání výpisu

klienta na chybnou adresu, atd. Tato pochybení mohou vést k finančním ztrátám, k odchodu klientů, soudním sporům nebo poškození reputace společnosti.

Lidský faktor

Riziko spojené s lidskou činností je nejčastějším zdrojem operačního rizika a je v určité míře jevem přirozeným. Nelze ho tedy nikdy dokonale eliminovat. Příkladem selhání lidského faktoru je například nepřítomnost na pracovišti, nedbalost a nedostatečná koncentrace spojená s únavou, stresem nebo osobními problémy, neprofesionální chování vůči kolegům na pracovišti, nedostatečná kvalifikace atd. U těchto příčin se předpokládá, že se jedná o neúmyslná operační rizika. Důležitou roli však hrají i rizika úmyslná, jakými mohou být padělání podkladů, neautorizovaná činnost, zpronevěra, krádeže, přijímání úplatků apod. Při eliminaci tohoto rizika hraje důležitou úlohu dobře nastavený vnitřní kontrolní systém.

Systémové riziko

Definice systémů obvykle zahrnuje interní technologické systémy banky. Hlavním rizikem je selhání nebo nedostatečnost systémů a s ním spojená údržba a předcházení technologickým chybám (z důvodu poruchovosti, nedostatečné kapacity hardwarů, neaktuálnosti softwarů apod.). Příklady systémových rizik jsou například výpadky elektřiny, napadení systému tzv. hackery nebo špatné matematické modely.

Externí riziko

Každá společnost na světě je vystavena i vlivům externím, počínaje závislostí na určitém dodavateli, až po všemožné pokusy o podvody a kriminální činnost jako např. padělání či bankovní loupeže. Dalšími riziky jsou například i příchod nového konkurenta na trh, živelné katastrofy jako zemětřesení či povodně, vandalismus, terorismus, stávky nebo demonstrace. Do této kategorie opět patří i napadení systému. (Oesterreichische Nationalbank, 2006)

2.6 Ostatní rizika

Stejně jako operační riziko jsou i tato rizika spojena s vnitřními procesy v dané bance. Mezi ostatní rizika patří velké množství různých rizik, ze kterých lze vybrat např. reputační riziko, strategické riziko nebo regulatorní riziko.

Reputační riziko

Jedná se o riziko vyplývající ze ztráty důvěryhodnosti či negativního vnímání ze strany akcionářů, klientů, protistran, tržních analytiků, regulátorů nebo jiných subjektů. Velká část finančního sektoru je postavena na důvěře, proto může mít ztráta dobré pověsti negativní dopad

na rentabilitu finanční instituce. To se dále může promítnout do určitých požadavků na kapitál, kdy je banka nucena na reputační riziko vytvářet vyšší kapitálový požadavek.

Strategické riziko

Strategické riziko je riziko ztráty plynoucí z neschopnosti managementu banky přizpůsobit činnost nebo chod banky novým trendům a podmínkám podnikání, a to v důsledku nevhodného strategického rozhodování nebo chybně zvolené strategie. Například v případě rozhodnutí banky využít nový distribuční kanál, je kromě perfektního zvládnutí změny vnitřního procesu velmi důležité také vhodné načasování a celkové vnímání okolního trhu tak, aby byl tento krok prospěšný a rentabilní, v opačném případě přichází ztráty. (Ziegler, 2006)

Regulatorní riziko

Regulatorní riziko je riziko ztráty plynoucí ze změny zákonů a regulatorních pravidel ve vztahu k bance, jejím produktům či poskytovaným službám. Při snižování regulatorního rizika je jedním z nejdůležitějších faktorů reakce managementu banky. Příkladem mohou být regulatorní požadavky spojené s přijetím Basel III. (Teplý, 2011)

3. Popis metodologie měření a řízení kreditního rizika

Měření a řízení kreditního rizika představuje jeden z nejdůležitějších procesů v rámci řízení bankovních rizik. V této kapitole budou popsány jednotlivé modely řízení kreditního rizika se zaměřením se na model CreditMetricsTM, protože pomocí tohoto modelu bude stanovena velikost ekonomického kapitálu. Dále pak budou popsány Basilejské dohody o kapitálové přiměřenosti známé jako Basel I, Basel II a Basel III, pomocí kterých bude určena velikost regulatorní kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika.

3.1 Modely řízení kreditního rizika

Oblast bankovní regulace a dohledu nad finančním trhem se neustále rozvíjí a je stále více ovlivňována mezinárodními trendy. S nárůstem složitosti finančních instrumentů roste také propracovanost metod jejich zajištění. Využívání finančních derivátů na jedné straně pomáhá riziko snižovat, ale na straně druhé vede k jeho zvyšování v souvislosti se spekulativními aktivitami investorů.

V druhé polovině devadesátých let dvacátého století došlo k obrovskému rozmachu nových metod měření kreditního rizika. Nejde výhradně o nové přístupy, ale spíše o nadstavbu těch existujících (např. model CreditMetricsTM je založen na tradiční kreditní analýze a ratingovém hodnocení). Novým přístupem je například model KMV, který je založen výhradně na informacích z ceny akcie podniku a tradiční analýzu již nebere v úvahu. Hlavním cílem modelů kreditního rizika je objektivní vyhodnocení rizika spojeného s daným obchodem, a následně celým portfoliem, a podle míry tohoto rizika udržovat adekvátní množství kapitálu. Je tedy nutné vyvinout takový model, který bude vykazovat maximální možnou míru spolehlivosti při predikci negativních kreditních událostí, zejména pak defaultu. Základními kreditními modely, které se v současnosti používají nebo slouží institucím jako inspirace při sestavování vlastních modelů měření a řízení kreditního rizika jsou:

- **KMV** - KMV Corporation - S. Kealhofer, O. Vašíček, J. McQuown, 1993;
- **CreditRisk+**TM - Credit Suisse Financial Products, 1997;
- **CreditPortfolioView**TM - T. Wilson 1997, navržen McKinsey & Company;
- **CreditMetrics**TM - G. Cupton, C.Finger a M.Bhatia, J.P.Morgan, 1997².

² Tomuto modelu je věnována kapitola 3.2

Modely kreditního rizika se využívají pro odhad ekonomického kapitálu nutného k pokrytí rizik, která jsou spojená s úvěrovými aktivitami bank. Pro definování úvěrových ztrát a tedy pro kvantifikaci kreditního rizika se používají dva základní přístupy, kterými jsou:

- Default-Mode – u dlužníků se na konci rizikového horizontu rozlišují pouze dva stavy - default nebo survival (přežití), přičemž riziko plyne z defaultu (Gronyochová, 2008);
- Mark-to-Market – dlužník se na konci rizikového horizontu nachází v některém z n definovaných ratingových stupňů včetně default a riziko vyplývá z přechodu dlužníka z vyššího na nižší ratingový stupeň.

3.1.1 KMV

Tento model se řadí do kategorie modelů "Default-Mode" a jeho základem je opční přístup založený na modelu aktiv, který vytvořil R. Merton. Vychází přitom z myšlenky, že akcii lze považovat za nákup kupní opce na aktiva zkoumané firmy, kde vypořádací cena opce je nominální hodnota dluhu i s úroky a splatnost opce je určena splatností dluhu v čase t . Default je v tomto případě dán endogenně a je vztažen ke kapitálové struktuře emitenta. Default nastává v případě poklesu hodnoty aktiv pod kritickou hodnotu. Oproti ostatním modelům model KMV neodhaduje ekonomický kapitál pomocí VaR, ale pomocí analytického přístupu. Základním faktorem modelu KMV je očekávaná četnost defaultu (Expected Default Frequency, EDF), která představuje pravděpodobnosti defaultu pro jednotlivé dlužníky. Odhad EDF tvoří následující kroky:

- odhad hodnoty aktiv a rozptylu hodnoty aktiv jako funkce kapitálové struktury společnosti a bezrizikové úrokové míry,
- odhad bodu defaultu (Default Point, DP), který je dán součtem hodnoty krátkodobých závazků a 50 % dlouhodobých závazků, tedy pokud tržní hodnota aktiv klesne pod tuto hranici, nastane default,
- odhad vzdálenosti do defaultu (Distance to Default, DD), která odpovídá počtu směrodatných odchylek mezi střední hodnotou aktiv a prahovou hodnotou defaultu,
- odhad EDF: na základě velkého souboru historických a sektorových dat KMV je dán vztah mezi DD a EDF, model navíc zjistí současnou hodnotu budoucího peněžního toku očekávanou pro jednotlivá aktiva, korelaci výnosů aktiv a odhad rozdělení ztrát, pomocí kterého lze kvantifikovat kreditní riziko portfolia. (Baykal, 2010)

Výhodou tohoto modelu je, že se velmi málo spoléhá na účetní data a orientuje se výhradně na data tržní. Problém nastává v situaci, kdy tržní cena věrně neodráží situaci podniku. Model je v takovém případě nepoužitelný, protože ztrácí schopnost predikovat budoucí vývoj. (Gronyochová, 2008)

3.1.2 CreditRisk+TM

CreditRisk+ je stejně jako KMV model typu "default mode". Nezabývá se však příčinou defaultu, ale předpokládá, že banky znají pravděpodobnost defaultu jednotlivých dlužníků a tyto pravděpodobnosti jsou v čase konstantní. Model CreditRisk+TM odhaduje rozdělení ztrát v rámci daného časového horizontu a ekonomický kapitál metodou VaR. Vstupními daty modelu jsou velikost expozice banky vůči jednotlivým dlužníkům a pravděpodobnost defaultu těchto dlužníků. Riziko se pro jednotlivá data určí jako odhad očekávané ztráty. Při odhadu rizika celého portfolia je nutné rozdělit množiny dlužníků do pásem tak, že jednotlivá pásma obsahují dlužníky se stejnou úrovní rizika.

Crouhy, Galai a Mark (2000) uvádějí následující rovnici pro stanovení pravděpodobnosti defaultu na určitém časovém horizontu:

$$PD(n) = \frac{e^{-\mu} \cdot \mu^n}{n!}, \quad (3.1)$$

kde μ je průměrný počet defaultů za rok.

Model je vhodný pro stanovení úvěrového rizika v homogenním portfoliu s velkým počtem dlužníků a nízkou rizikovostí. V případě portfolií s nízkým počtem dlužníků je riziko nadhodnoceno. Jelikož model neuvažuje ekonomické podmínky, není také vhodný pro rizikovější instrumenty.

3.1.3 CreditPortfolioViewTM

Tento model kombinuje modely CreditRisk+TM a CreditMericsTM. Tento model zahrnuje defaultové stavy i možnost přechodu v rámci ratingových kategorií. Jedná se o ekonometrický model, který počítá i s nediversifikovatelnými faktory rizikovosti portfolia, tzn. makroekonomickými vlivy. CreditPortfolioViewTM je založen na myšlence, že změny kreditních ratingů jsou dány změnami ekonomického cyklu. Pravděpodobnost defaultu se v tomto modelu stanovuje pomocí logistické funkce a je vyjádřena pomocí následující rovnice :

$$PD_{j,t} = \frac{1}{1 + e^{-y_{j,t}}}, \quad (3.2)$$

kde $y_{j,t}$ představuje makroekonomický indikátor zohledňující standartní ekonomické veličiny a zároveň ekonomické šoky a změny.

V rámci této metody je možnost využít matici přechodů, nicméně závisí na aktuální fázi ekonomického cyklu. Proto CreditPortfolioViewTM navrhuje spojit pravděpodobnost přechodu a úpadku s makroekonomickými veličinami jako jsou například míra nezaměstnanosti, úroková míra, reálný hrubý domácí produkt a míra úspor. (Witzany, 2010)

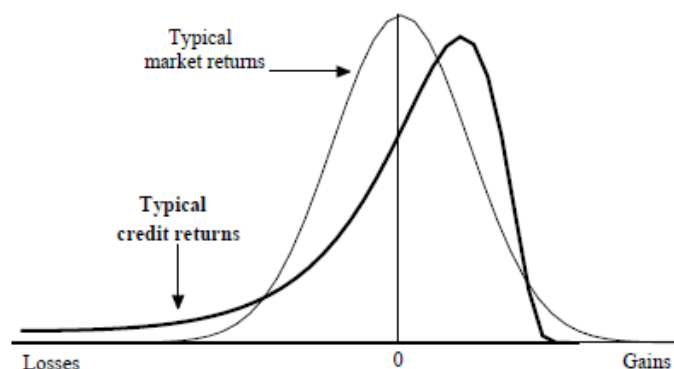
3.2 Popis metodologie CreditMetricsTM

Model CreditMetricsTM byl vyvinut investiční bankou J. P. Morgan v roce 1997 a detailní manuál k tomuto přístupu měření kreditního rizika je popsán v dokumentu nazvaném CreditMetricsTM – Technical Dokument. Tento dokument, Witzany (2010) a Gronyochová (2008) jsou hlavními zdroji informací této části práce. Model CreditMetricsTM patří do kategorie "Mark-to-Market".

Základním nástrojem modelu je migrační analýza, pro kterou je základem matice přechodu. Pomocí těchto matic je možné posoudit jak pravděpodobnost defaultu, tak vývoj úvěrové kvality dlužníka na určitém časovém horizontu. Pomocí tohoto modelu lze tyto charakteristiky nejen určit u jednotlivých instrumentů nebo dlužníků, ale také u celých portfolií. To umožňuje hodnotit portfolio jako celek a zároveň analyzovat vliv dílčích složek na velikost celkového rizika. Tomuto dílčímu vlivu se říká marginální riziko. Určení velikosti kreditního rizika pomocí CreditMetricsTM spočívá ve stanovení očekávané budoucí hodnoty portfolia. Tato hodnota se v čase mění v závislosti na migraci jednotlivých instrumentů či dlužníků mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi.

Před dalším popisem metody CreditMetricsTM je potřeba vymezit odlišnosti kreditního a tržního rizika. Tržní riziko je měřeno pomocí výnosů vlastního kapitálu, které mají normální rozdělení nebo rozdělení velice podobné. Při vyjádření míry rizika jsou tak dostačující základní statistické veličiny, kterými jsou střední hodnota a směrodatná odchylka. Rozdělení pravděpodobností výnosů kreditního rizika je však typické vysokou šikmostí a těžkými konci, které znamenají malou pravděpodobnost velmi nízké, ale také velmi vysoké ztráty. Rozdílnost rozdělení pravděpodobností výnosů u kreditního a tržního rizika lze vidět na Obr. 3.1.

Obr. 3.1 Rozdělení pravděpodobností tržních a kreditních výnosů



Zdroj: CreditMetricsTM – Technical Document

Dluhové instrumenty jsou typické přesně definovanými a omezenými výnosy a již zmíněnými těžkými konci. U bank, které využívají metodologii VaR, je existence těžkých konců důvodem využívání vyšší hladiny spolehlivosti a to minimálně na úrovni 99 %, častěji však 99,5 % nebo dokonce 99,9 %.

VaR představuje maximální možnou ztrátu na dané hladině spolehlivosti za stanovený časový interval. Lze jej interpretovat dvěma způsoby:

- a) ztráta z portfolia dluhových aktiv ($-\Delta\tilde{\Pi}$) bude na stanovené hladině významnosti α vyšší, než předem stanovená hodnota ztráty (VaR), čemuž odpovídá následující vztah:

$$\Pr(-\Delta\tilde{\Pi} \geq \text{VaR}) = \alpha, \quad (3.3)$$

- b) zisk z portfolia dluhových aktiv ($\Delta\tilde{\Pi}$) bude na stanovené hladině významnosti α menší, než předem stanovená hodnota zisku ($-\text{VaR}$), což lze zapsat takto:

$$\Pr(\Delta\tilde{\Pi} \leq -\text{VaR}) = \alpha. \quad (3.4)$$

Výpočet VaR lze provést pomocí metody Monte Carlo, která je založena na velkém množství simulací vývoje hodnoty portfolia aktiv. Hlavním úkolem modelu je stanovit rozdělení pravděpodobnosti přírůstku hodnoty portfolia aktiv ($\Delta\tilde{\Pi}$) na dané hladině spolehlivosti α , což lze zapsat následovně:

$$\Delta\tilde{\Pi} = \tilde{V}_P^T - V_P^t = \sum_n \tilde{V}_{n,j,T} \cdot x_n - \sum_n V_{n,i,t} \cdot x_n, \quad (3.5)$$

kde \tilde{V}_P^T je výchozí hodnota portfolia, V_P^t je predikovaná hodnota portfolia, $V_{n,i,t}$ je hodnota n -tého aktiva v i -té ratingové kategorii v portfoliu aktiv a x_n je množství n -tého aktiva v i -té ratingové kategorii v portfoliu aktiv, $\tilde{V}_{n,j,T}$ je hodnota n -tého aktiva v j -té ratingové kategorii na konci předem

stanoveného časového horizontu T . Ten bývá nejčastěji dlouhý jeden rok a hodnota je odvozena od ratingového stupně na konci časového horizontu.

Ekonomický kapitál, který představuje odhad výše kapitálu nutnou udržovat pro případ neočekávané ztráty, lze při využití rozdělení pravděpodobnosti přírůstku portfolia vypočítat pomocí následujícího vztahu:

$$\text{Ekonomický kapitál} = VaR_\alpha - E(-\Delta \tilde{I}), \quad (3.6)$$

kde $E(-\Delta \tilde{I})$ je střední hodnota ztráty. VaR_α se určí tak, že simulované hodnoty výnosů portfolia jsou seřazeny dle pořadí a hodnota VaR na stanovené hladině pravděpodobnosti je rovna n -té nejhorší, ale s opačným znaménkem, což lze matematicky zapsat pomocí vztahu:

$$n = \alpha \cdot N, \quad (3.7)$$

kde n je uspořádané číslo příslušného pokusu, N je počet scénářů a α je hladina významnosti.

3.2.1 Měření kreditního rizika

V modelu CreditMetricsTM jsou základními veličinami pro měření kreditního rizika směrodatná odchylka a percentily. Jelikož mají každá různou vypovídací schopnost, je vhodné využít obě. Vhodné je také určit marginální riziko, které představuje příspěvek dílčích složek portfolia k celkovému riziku.

Směrodatná odchylka je nejčastěji využívaným ukazatelem při kvantifikaci rizika, a to nejen v oblasti financí. Tento ukazatel symetricky měří rozptyl okolo střední hodnoty. Čím je hodnota směrodatné odchylky vyšší, tím je vyšší i riziko. Pro výpočet směrodatné odchylky je nejdříve nutné určit střední hodnotu, která je dána vztahem:

$$\mu_p = \sum_{i=1}^s p_i \cdot V_i, \quad (3.8)$$

kde μ_p je střední hodnota, p_i je pravděpodobnost přechodu do jiné ratingové kategorie i a V_i je hodnota aktiva v i -té ratingové kategorii a s je počet kategorií. Nyní je nutné vypočítat sumu čtverců, kterou lze určit pomocí následujícího vztahu:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^s p_i \cdot (V_i - \mu_p)^2, \quad (3.9)$$

kde σ_p^2 je rozptyl daného portfolia. Směrodatná odchylka se pak vypočítá pomocí vztaktu:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}, \quad (3.10)$$

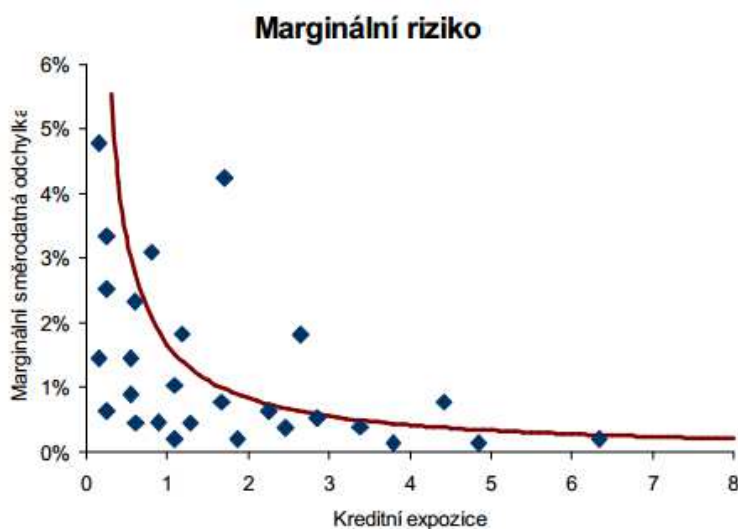
kde σ_p je směrodatná odchylka.

Interpretace směrodatné odchylky je složitá, jelikož kreditní riziko má nesymetrické rozdělení, jako je tomu v případě tržního rizika, což byla ukázáno v Obr. 3.1 Směrodatnou odchylku je tak vhodné doplnit o percentil.

Percentil lze definovat jako nejnižší hodnotu, které může portfolio dosáhnout při určité pravděpodobnosti. Například první percentil je hodnota, pro kterou platí, že pravděpodobnost nabytí hodnoty nižší než tento percentil je 1 %. Pro nalezení prvního percentilu je nejdříve nutné provést simulaci Monte Carlo a získaná data seřadit od nejnižší po nejvyšší hodnotu. Nyní už stačí nalézt požadovanou hodnotu, což by, při hledání prvního percentilu a v případě tisíce simulovaných scénářů, byla desátá hodnota.

Marginální riziko vyjadřuje míru rizika, kterou se jeden emitent podílí na celkovém riziku portfolio. Lze ho tedy určit jako rozdíl mezi riziky dvou portfolio, která se liší jedním aktivem. Přesněji pak rozdíl mezi portfolioem obsahujícím dané aktivum a portfolioem bez něj. Nestačí tak určit parametry samotného aktiva, ale je nutné zjistit jeho příspěvek k parametrům portfolio. Z Obr. 3.2, kde je zachyceno marginální riziko, je patrné, že směrodatná odchylka klesá s rostoucí velikostí expozice.

Obr. 3.2 Grafické znázornění marginálního rizika



Zdroj: Gronyochová (2008)

Nejpodstatnější vlastností portfolio je možnost diversifikace, tedy tvorby portfolio s nižším rizikem, než je riziko jednotlivých aktiv zastoupených v portfolio. Tento jev je dán zápornými korelačními vazbami mezi zastoupenými aktivy. Efektivní portfolio lze pak definovat jako portfolio, které při daném středním výnosu dosahuje minimálního rizika. Při tvorbě portfolio je vždy důležitý postoj daného investora k riziku.

3.2.2 Parametry modelu

Mezi parametry modelu CreditMetrics™ patří matice přechodu, míry návratnosti, korelace mezi dlužníky nebo model oceňování aktiv. Při výpočtu kreditního rizika podle tohoto modelu je také potřeba umět vypočítat hodnotu obligace a znát diskontní sazby. Je také nutné zvolit mezi analytickou a simulační metodou výpočtu kreditního rizika.

Výpočet hodnoty obligace

Pro potřeby modelu je nutné stanovit současnou hodnotu obligace. Ta se vypočítá jako současná hodnota budoucích peněžních toků, což lze vyjádřit následujícím vztahem:

$$PV = \sum_t^n \frac{C_t}{(1+r_t)^t} + \frac{NH}{(1+r_n)^n}, \quad (3.11)$$

kde C_t je kupónová platba v jednotlivých letech, r_t je výnos do splatnosti, NH je nominální hodnota a n je počet let do splatnosti.

Stanovení diskontních sazeb

Pro výpočet této hodnoty je však nejdříve nutné znát diskontní sazby pro jednotlivé ratingové kategorie. Při jejich stanovení se vychází z výnosové křivky, kterou lze odvodit z přechodové matice. Tu je potřeba doplnit o jeden řádek, který představuje přechodové pravděpodobnosti z defaultu na jiný rating. Tato situace však reálně nemůže nastat a proto tvoří tento řádek samé nuly. Pouze poslední sloupec je roven jedné, to je případ společnosti, která již v defaultu je. Výsledkem této úpravy je matice T , kterou lze zapsat rovnicí:

$$T = \begin{bmatrix} T_V & t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3.12)$$

Nyní je možné z jednoleté matice přechodu určit matici přechodu dvouletou. Dvouletá matice přechodu se stanoví jako součin T a T , což lze zapsat rovnicí:

$$T^2 = T \cdot T = \begin{bmatrix} T_V^2 & (1+T_V) \cdot t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3.13)$$

Obecnou n -roční matice přechodu lze pak zapsat pomocí vztahu:

$$T^n = \begin{bmatrix} T_V & \sum_{t=0}^{n-1} T_V^t \cdot t_d \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (3.14)$$

kde T_n znamená pravděpodobnost defaultu společnosti v průběhu n let pro všechny ratingové kategorie.

Nyní lze přistoupit ke stanovení diskontních sazeb pro jednotlivé ratingové kategorie a roky. Výpočet těchto sazeb vychází z bezrizikové sazby a implicitní teorie očekávání (Zmeškal, 2013), což lze vyjádřit následující rovnicí:

$$f_t = \frac{(1+r_t)^t}{(1+r_{t-1})^{t-1}} - 1, \quad (3.15)$$

kde r_t je bezriziková sazba, za kterou může být zvolena například sazba PRIBOR, LIBOR, EURIBOR, 2T REPO nebo hodnota IRS (úrokový swap). V rámci této diplomové práce bude za bezrizikovou sazbu dosazena hodnota IRS.

Díky znalosti bezrizikové sazby a pravděpodobnosti defaultu pro jednotlivé ratingové kategorie a roky, lze nyní dopočítat úrokové sazby. Vztah pro jednoletou úrokovou sazbu lze zapsat rovnicí:

$$(1+r_1^i) \cdot (1-p_1^i) + p_1^i \cdot RR = 1 + r_1^F, \quad (3.16)$$

kde r_1^i je hledaná úroková sazba společnosti s ratingem i v roce 1, p_1^i je pravděpodobnost defaultu a r_1^F představuje jednoletou bezrizikovou sazbu.

Nyní je potřeba stanovit dvouletou úrokovou sazbu, což lze díky vztahu:

$$p_1^i \cdot RR \cdot \frac{(1+r_1^F)^2}{(1+r_1^F)} + (p_2^i - p_1^i) \cdot RR + (1+r_2^i) \cdot (1-p_2^i) = (1+r_2^F)^2 \quad (3.17)$$

kde p_1^i a p_2^i představují pravděpodobnost defaultu v prvním a druhém roce. Matematickou úpravou tohoto vzorce lze získat vztah pro výpočet dvouleté úrokové sazby. Tento vztah vypadá následovně:

$$r_2^i = \sqrt{\frac{(1+r_2^F)^2 - p_1^i \cdot RR \cdot \frac{(1+r_1^F)^2}{(1+r_1^F)} - (p_2^i - p_1^i) \cdot RR}{(1-p_2^i)}} - 1. \quad (3.18)$$

Předchozí rovnici lze, v případě potřeby, upravit pro vyjádření obecného vzorce pro výpočet úrokové sazby na n – let. Takto upravená rovnice má následující tvar:

$$r_n^i = \sqrt[n]{\frac{(1+r_n^F)^n - RR \cdot \sum_{j=1}^n \left[p_{j-1}^i \cdot \frac{(1+r_n^F)^n}{(1+r_{j-1}^F)^{j-1}} + (p_j^i - p_{j-1}^i) \cdot RR \right]}{(1-p_n^i)}} - 1. \quad (3.19)$$

Odhad korelace mezi dlužníky

Další důležitou částí při stanovení kreditního rizika je odhad korelace mezi dlužníky. V případě kreditního rizika je diversifikace portfolia obtížnější, než je tomu v případě rizika tržního, kde zvyšování počtu titulů v portfoliu obvykle znamená vyšší diversifikaci. To u kreditního rizika neplatí. Cílem modelů kreditního rizika je jednak odhadnout úroveň rizika, ale zároveň také rozpoznat hlavní příčinu. To v konečném důsledku umožňuje lepší diversifikaci. V rámci procesu odhadování korelace je nutné zohledňovat nejrůznější faktory, kterými jsou např. korelace devizových kurzů, meziodvětvová korelace, volatilita cen akcií, atd. Každý emitent je svým způsobem jedinečný a lze tak předpokládat, že korelace mezi nimi bude nulová, ovšem na historickém vývoji změn ratingů (vč. defaultu) lze pozorovat, že tyto korelace existují a je nutné s nimi počítat. Tyto korelace existují minimálně z důvodu působení stejných makroekonomických vlivů na jednotlivé emitenty.

Existuje mnoho teoretických přístupů, které lze při odhadu korelací využít. Těmi nejčastěji využívanými jsou model hodnoty aktiv, odhad korelace na základě historického vývoje cen dluhových instrumentů a přímé odhadnutí korelace na základě spojených kreditních pohybů.

- Model hodnoty aktiv je asi nejvyužívanější a je postaven na předpokladu, že hodnota aktiv přímo ovlivňuje změnu ratingové kategorie a defaultu. Tento model bude využit v aplikační části, proto je mu věnována samostatná kapitola.
- Odhad korelace na základě historického vývoje cen dluhových instrumentů – cena dluhového instrumentu je v tomto modelu vztažena ke kreditní události. Odhad korelace tímto modelem má však jeden základní nedostatek, kterým je nedostatečné množství dat.
- Přímé odhadnutí korelace na základě spojených kreditních pohybů - tento přístup je založen na zkoumání časových řad změn ratingových hodnocení dluhopisů a jejich emitentů, které jsou vzájemně časově synchronizovány.

V této diplomové práci bude pro odhad korelace v modelu CreditMetricsTM použit vývoj cen akcií, jelikož tento model je postaven na informacích o vlastním kapitálu. Před určením samotné korelace je potřeba provést několik dílčích výpočtů, které budou provedeny pomocí níže uvedených vzorců.

Diskrétní výnos akcie lze zapsat takto:

$$R_i = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \quad (3.20)$$

kde R_i výnos aktiva, P_t je hodnota aktiva v čase t a P_{t-1} je hodnota aktiva v předcházejícím období.

Očekávaný výnos i -tého aktiva lze určit následujícím vztahem:

$$E(R_i) = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T R_{i,t}, \quad (3.21)$$

kde $E(R_i)$ je střední hodnota výnosu a T je počet pozorování.

Očekávaný výnos portfolia je váženým průměrem očekávaných výnosů jednotlivých aktiv, což jde matematicky zapsat následujícím způsobem:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^N E(R_i) \cdot x_i = \vec{x}^T \cdot E(\vec{R}), \quad (3.22)$$

kde x_i je váha i -tého aktiva v portfoliu, N je počet aktiv v portfoliu, \vec{x}^T je transponovaný vektor proměnných a $E(\vec{R})$ je vektor očekávaných výnosů aktiv.

Rozptyl výnosů daného aktiva se určí jako průměr součtu druhých mocnin odchylek od očekávaného výnosu daného aktiva, což vyjadřuje následující vztah:

$$\sigma^2(R_i) = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T [R_{i,t} - E(R_i)]^2. \quad (3.23)$$

Rozptyl výnosů celého portfolia lze pak určit pomocí vztahu:

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \cdot x_j \cdot \sigma_{ij} = \vec{x}^T \cdot C \cdot \vec{x}, \quad (3.24)$$

kde x_j je podíl j -tého aktiva v portfoliu, x_i je podíl i -tého aktiva v portfoliu, \vec{x} je vektor proměnných, C je kovarianční matice a σ_{ij} je kovariance výnosů i -tého a j -tého aktiva, která je dána následující rovnicí:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T [R_{i,t} - E(R_i)] [R_{j,t} - E(R_j)]. \quad (3.25)$$

Znormováním kovariance výnosů pak vznikne korelace, která již nabývá pouze hodnot v intervalu (-1;1). Hodnota -1 znamená dokonalou negativní korelaci a hodnota 1 dokonalou pozitivní korelaci. Korelace je dána vztahem:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}. \quad (3.26)$$

Stanovení korelace mezi jednotlivými emitenty se provádí pomocí matic. (Zmeškal, 2013) Nejdříve je nutné sestavit korelační matici $C (m+n; m+n)$ jednotlivých emitentů, kterou lze vyjádřit vztahem:

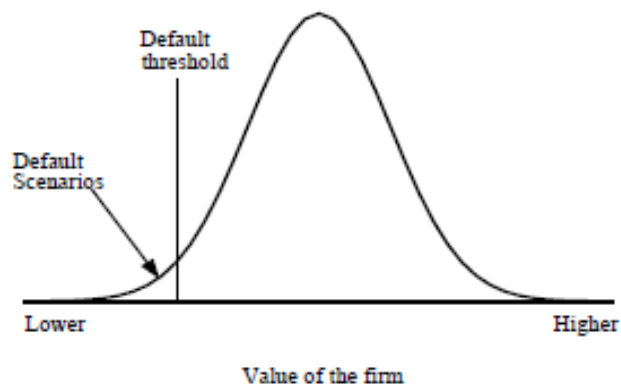
$$C = \begin{vmatrix} \sigma^2(X_1) & \sigma^2(X_1; X_2) & \cdots & \sigma^2(X_1; X_n) \\ \sigma^2(X_2; X_1) & \sigma^2(X_2) & \cdots & \sigma^2(X_2; X_n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma^2(X_m; X_1) & \sigma^2(X_m; X_2) & \cdots & \sigma^2(X_m; X_n) \end{vmatrix}. \quad (3.27)$$

Dále je potřeba sestavit pomocnou matici W ($m+n;n$), která zachycuje jednotlivé dluhopisy a faktory jim přiřazené. Následně je potřeba transponovat matici W , aby bylo možné dopočítat konečnou matici $A(n;n)$.

Model hodnoty aktiv

Základem tohoto modelu je opčně teoretický přístup, od kterého se odvíjí princip procesu vývoje aktiv. Odhad sdružené pravděpodobnosti změn ratingu (včetně defaultu) je „nepřímý“, protože v případě „přímého“ odhadu by bylo potřeba velké množství dat, které lze však jen obtížně získat. Opčně teoretický přístup předpokládá, že hodnota firmy určuje její schopnost dostát svým závazkům, čímž tedy ovlivňuje i ratingový stupeň. Pokles hodnoty aktiv pod úroveň závazků by znamenal, že firma je v defaultu, což lze názorně vidět na následujícím obrázku (3.3).

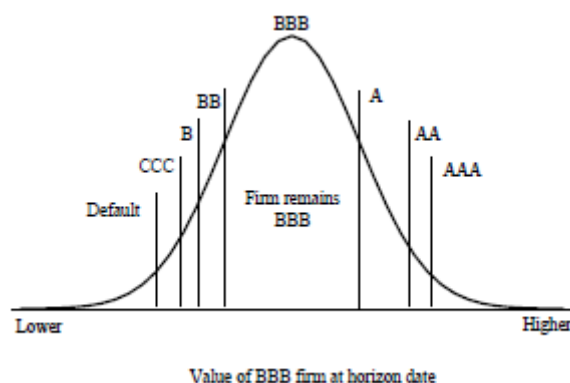
Obrázek 3.3 Model hodnoty firmy s prahem default



Zdroj: *CreditMetricsTM – Technical document*

Nestačí však modelovat pouze default, ale je nutné modelovat také přechody mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi, tedy najít tzv. prahy přechodu. Obr. 3.4 ukazuje společnost s počátečním ratingem BBB. Je vidět, že s největší pravděpodobností nedojde ke změně ratingového stupně. Čím pak vzdálenost od původního ratingu větší, tím je i nižší pravděpodobnost, že k přechodu do jiné ratingové kategorie dojde.

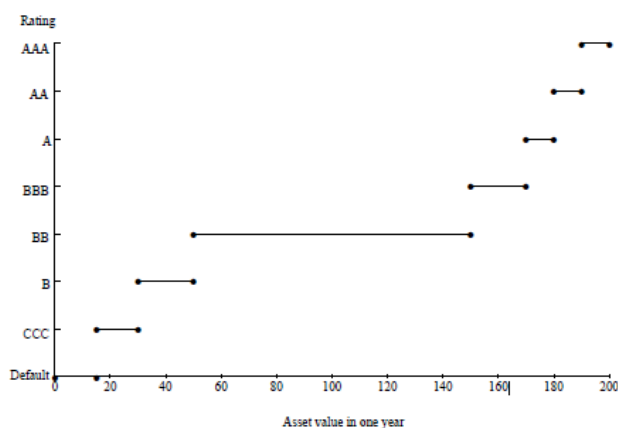
Obr. 3.4 Rozdělení hodnoty společnosti a prahy přechodu mezi ratingovými kategoriemi



Zdroj: CreditMetricsTM – Technical document

Vztah mezi hodnotou společnosti a jejím ratingem lze nejlépe pochopit z praktického příkladu. Výchozí hodnota uvažované společnosti je 100 peněžních jednotek a její ratingové hodnocení BB. Z Obr. 3.5 je patrné, že změna hodnoty společnosti znamená i změnu ratingového stupně. Při poklesu hodnoty společnosti pod 50 peněžních jednotek, by se její rating změnil z BB na B. Naopak nárůst hodnoty nad 150 peněžních jednotek by znamenal zlepšení ratingového hodnocení z BB na BBB. Pokud by firma usilovala o ratingové hodnocení AAA, musela by být její hodnota vyšší než 190 peněžních jednotek.

Obr. 3.5 Změna ratingu určená změnou hodnoty aktiv



Zdroj: CreditMetricsTM – Technical dokument

Jestliže jsou hraniční hodnoty společnosti známy, je nutné si uvědomit, jak velká procentní změna hodnoty je potřeba pro dosažení jednotlivých mezí. Díky tomu, že změny hodnoty firmy způsobené změnou výnosů jejich akcií odpovídají normálnímu rozdělení, je možné určit meze pomocí střední hodnoty μ a směrodatné odchylky σ .

Jestliže jsou Z_{Def} , Z_{CCC} , Z_{BBB} apod. jednotlivé prahy přechodu, platí, že při výnosu společnosti nižším než Z_{Def} , společnost defaultuje. Leží-li hodnota v intervalu mezi Z_{Def} a Z_{CCC} ,

obdrží společnost ratingové hodnocení CCC. Tímto způsobem, kdy se mění pouze hraniční hodnoty intervalů, je možné získat jakoukoliv ratingovou kategorii.

Matematicky lze pravděpodobnost, že se daná společnost, respektive jí emitovaný dluhopis, ocitne v určité ratingové kategorii, zapsat vzorcem:

$$\Pr(\text{default}) = \Pr\{R_i < Z_{\text{def}}\} = \Phi(Z_{\text{def}} / \sigma). \quad (3.28)$$

Pravděpodobnost, že se dluhopis ocitne v ratingové kategorii CCC je pak dána vztahem:

$$\Pr(\text{CCC}) = \Pr\{Z_{\text{def}} < R_i < Z_{\text{CCC}}\} = \Phi(Z_{\text{CCC}} / \sigma) - \Phi(Z_{\text{def}} / \sigma). \quad (3.29)$$

V Tab. 3.1 jsou uvedeny pravděpodobnosti přechodu do hlavních ratingových kategorií i s matematickým zápisem pro firmu s výchozím ratingem BB.

Tab. 3.1 Jednoleté pravděpodobnosti přechodu pro dlužníka s ratingem BB

Rating	Pravděpodobnost dle matice přechodu v %	Pravděpodobnost dle modelu hodnoty aktiv v %
AAA	0,03	$1 - \Phi(Z_{AA}/\sigma)$
AA	0,14	$\Phi(Z_{AA}/\sigma) - \Phi(Z_A/\sigma)$
A	0,67	$\Phi(Z_A/\sigma) - \Phi(Z_{BBB}/\sigma)$
BBB	7,73	$\Phi(Z_{BBB}/\sigma) - \Phi(Z_{BB}/\sigma)$
BB	80,53	$\Phi(Z_{BB}/\sigma) - \Phi(Z_B/\sigma)$
B	8,84	$\Phi(Z_B/\sigma) - \Phi(Z_{CCC}/\sigma)$
CCC	1,00	$\Phi(Z_{CCC}/\sigma) - \Phi(Z_{\text{Def}}/\sigma)$
Default	1,06	$\Phi(Z_{\text{Def}}/\sigma)$

Zdroj: CreditMetricsTM – Technical Document

Jelikož musí být dodržena rovnice (3.28), je možné vyjádřit jednotlivé meze přechodu samostatně takto:

$$Z_i = \Phi^{-1}(p_i) \cdot \sigma, \quad (3.30)$$

kde Z_i je mez přechodu a p_i je kumulativní pravděpodobnost nabytí i -té ratingové kategorie.

Pro hodnoty pravděpodobností z Tab. 3.1 by příslušné meze přechodu vypadaly tak, jak to lze pozorovat v Tab. 3.2.

Tab. 3.2 Prahové hodnoty změn hodnot aktiv pro dlužníka s původním ratingem BB

Práh	Hodnota
Z_{AA}	3,43 σ
Z_A	2,93 σ
Z_{BBB}	2,39 σ
Z_{BB}	1,37 σ
Z_B	-1,23 σ
Z_{CCC}	-2,04 σ
Z_{Def}	- 2,30 σ

Zdroj: CreditMetricsTM – Technical Document

Dosavadní popis stanovení prahových hodnot se věnoval pouze jednotlivým emitentům, nyní je však potřeba se zaměřit na stanovení těchto hodnot pro celé portfolio. Je proto zapotřebí stanovit korelace vývoje aktiv pro všechny možné kombinace dvojic dlužníků. To lze pouze za předpokladu, že mezi výnosy aktiv jednotlivých emitentů existuje určitá korelace a změny tržních cen obou dlužníků mají normální rozdělení. Kovarianční matici lze pak vytvořit pomocí vzorce:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \rho_{xy}\sigma_x\sigma_y \\ \rho_{xy}\sigma_x\sigma_y & \sigma_y^2 \end{bmatrix}, \quad (3.31)$$

kde ρ_{xy} je korelace mezi výnosy aktiv x a y , σ_x^2 je rozptyl výnosů aktiva x a σ_y^2 je rozptyl výnosů aktiva y .

Pomocí předchozího vztahu lze určit vývoj aktiv dvou emitentů a za pomoci prahových hodnot lze stanovit i vývoj jejich ratingových hodnocení. Při zjišťování pravděpodobnosti, že ratingové hodnocení dvou různých emitentů bude na konci sledovaného období BB respektive A, lze vycházet z předpokladu, že procentní změna obratu aktiv se u prvního emitenta nachází v intervalu Z_B a Z_{BB} a u druhého v intervalu Z_{BBB} a Z_A a za předpokladu, že mezi obraty aktiv neexistuje závislost, určí se spojitá pravděpodobnost jako součin individuálních pravděpodobností. V situaci, kdy by mezi obraty aktiv těchto emitentů existovala určitá korelace, stanovila by se tato spojitá pravděpodobnost pomocí vztahu:

$$\Pr = \{Z_B < R < Z_{BB}, Z'_{BBB} < R' < Z'_A\} = \int_{Z_B}^{Z_{BB}} \int_{Z'_{BBB}}^{Z'_A} f(r, r'; \Sigma) (dr') dr, \quad (3.32)$$

kde $f(r, r'; \Sigma)$ je funkce hustoty dvourozměrného normálního rozdělení s kovarianční maticí Σ . Tato rovnice nezávisí na velikosti směrodatných odchylek, protože volatilita je již obsažena v pravděpodobnostech změn ratingových hodnocení. Velikost kreditního rizika tak ovlivňuje pouze pravděpodobnost změn ratingových hodnocení. Výnosy aktiv lze tak považovat za normované, tedy se střední hodnotou nula a směrodatnou odchylkou jedna. Posledním parametrem, který jak potřeba odhadnout je korelace mezi emitenty.

Tento odhad lze provést sestavením **Choleskeho matice**, díky které lze provést simulaci Monte Carlo při zohlednění vzájemných závislostí jednotlivých výnosů. Tato matice umožňuje zohlednit vzájemné závislosti, díky tomu že generovaná náhodná veličina normovaného normálního rozdělení ve formě vektoru se stává po vynásobení touto maticí veličinou reflektující vzájemný stupeň korelace výnosů jednotlivých finančních instrumentů. Matematicky lze tuto skutečnost zapsat pomocí rovnice:

$$\vec{z}^T = \vec{e}^T \cdot P, \quad (3.33)$$

kde \vec{z}^T je transponovaná oblast korelovaných náhodných veličin, \vec{e}^T je transponovaná oblast nekorelovaných náhodných veličin a P je Choleskeho matice.

Díky znalosti kovarianční matice lze Choleskeho matici sestavit pomocí následujícího vztahu:

$$C = P \cdot P^T. \quad (3.34)$$

Následující rovnice pak slouží pro dopočítání jednotlivých prvků Choleskeho matice. Těmito rovnicemi jsou:

$$p_{ii} = \left(\sigma_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki}^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, N, \quad (3.35)$$

$$p_{ij} = \left(\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki} \cdot p_{kj} \right) \cdot p_{ii}^{-1}, \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, N, \quad (3.36)$$

$$p_{ij} = 0 \quad \text{pro } i > j; i, j = 1, 2, \dots, N, \quad (3.37)$$

kde p_{ii} a p_{ij} jsou jednotlivé prvky Choleskeho matice.

Simulace Monte Carlo

Pro portfolio sestavené z většího počtu titulů, je při stanovení kreditního rizika potřeba využít simulační metodu, protože analytická metoda stanovení kreditního rizika je vhodná pouze pro malá portfolia. Analytická metoda je sice přesnější, nicméně u větších portfolií nepoužitelná. V této diplomové práci bude použita metoda Monte Carlo. Tato metoda je založena na simulaci velkého množství scénářů. Simulace samotná je pak provedena ve třech krocích:

- 1) generování náhodných scénářů, kde každý scénář znamená možný rating na konci sledovaného období,
- 2) přehodnocení portfolia pro každý simulovaný scénář,
- 3) shrnutí výsledků získaných pomocí simulovaných scénářů a následná aplikace statistických metod pro získání konkrétních výsledků.

Pro účely měření kreditního rizika je v této práci využit generátor pseudonáhodných čísel, který je součástí programu Microsoft Excel 2013, a který umožňuje generovat náhodná čísla z různých typů rozdělení. Vzhledem ke skutečnosti, že výnosy tržních hodnot společností mají normální rozdělení, je využito generování pseudonáhodných čísel právě z normovaného normálního rozdělení.

3.2.3 Interpretace a aplikace výsledků

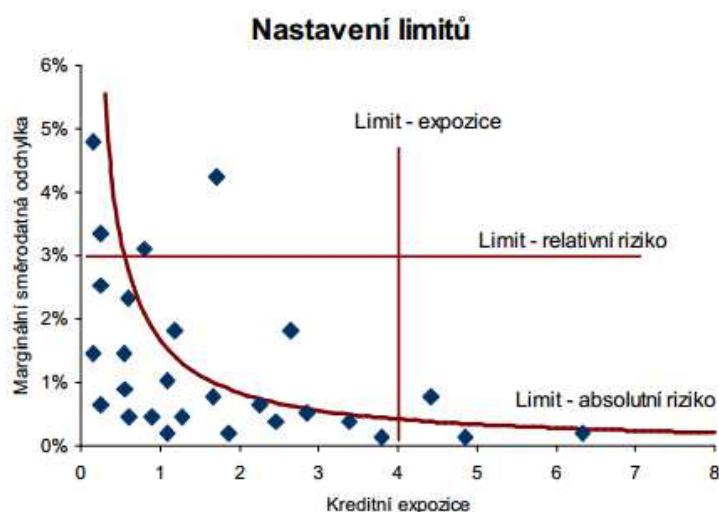
Pro prezentaci výsledků je nejlepší použít popsané statistické nástroje, tedy směrodatnou odchylku a percentil. Další možností je grafické zobrazení, konkrétněji pak histogram, který je schopen v případě velkého objemu náhodných scénářů velice dobře zachytit rozdělení konečných hodnot portfolia. Pro získání rozdělení pravděpodobností výsledných hodnot pak stačí pouze propojit vrcholy jednotlivých sloupců. Druhou grafickou možností je sestavit Obr., kde je na ose x vynesena kreditní expozice a na ose y mezní směrodatná odchylka vyjádřena v procentech (vzhledem ke střední hodnotě dluhopisu). Součinem obou těchto veličin je získána hodnota absolutního mezního rizika. Vhodné je také do obrázku vložit křivku zachycující stejnou míru rizika (iso-risk line). Pomocí ní lze pak určit dluhopisy, které nejvíce přispívají k celkovému riziku portfolia, protože ty obvykle leží nad touto linií. Po stanovení výše rizika portfolia a marginálního rizika jednotlivých instrumentů lze začít s redukcí rizikovosti portfolia. Možným způsobem, jak toho dosáhnout je stanovit hraniční limity.

Typy limitů kreditního rizika

V rámci metodologie CreditMetricsTM jsou rozlišovány tři základní typy kreditních limitů. Graficky jsou tyto limity zachyceny v Obr. 3.6.

- Omezení expozice – tento limit zabrání, aby bylo součástí portfolia aktivum s expozicí vyšší, než je stanovený limit, a to bez ohledu na kreditní kvalitu dlužníka.
- Omezení na základě relativní marginální hodnoty rizika emitenta – tento limit zabrání vstupu aktiv, která více přispívají k celkovému riziku tohoto portfolia, než je povoleno.
- Omezení na základě absolutního příspěvku k riziku - tento limit zabrání vstupu do portfolia aktivu, které by zvýšilo celkové riziko portfolia o větší než stanovenou hodnotu.

Obr. 3.6 Limity kreditního rizika



Zdroj: Gronychová (2008)

Každý portfolio manažer si však určuje kreditní limity sám a ne v každé situaci znamená překročení těchto limitů nepřijetí dluhopisu. Je to z důvodu existence dalších forem zajištění, kterou je například hedging pomocí kreditních derivátů. Je proto ještě potřeba rozlišovat:

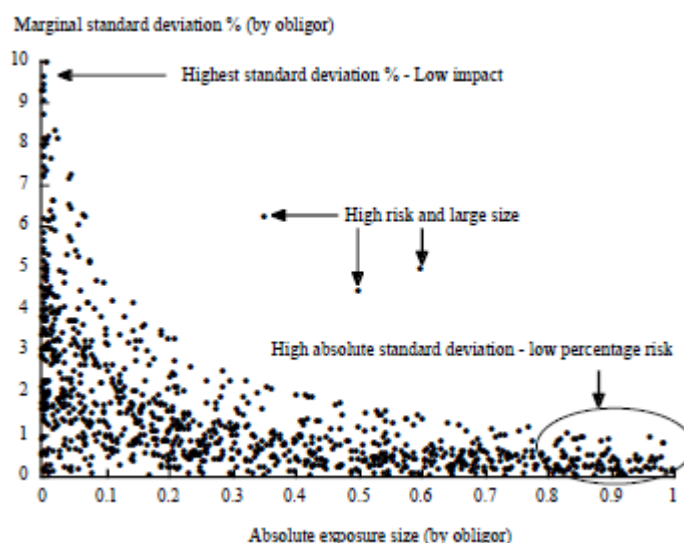
- měkké limity – především informativní a mohou vyžadovat detailnější prozkoumání, popřípadě zajištění,
- tvrdé limity – mohou zabránit vstupu určitého dlužníka, odvětví, regionu či finančnímu instrumentu do portfolia.

Stanovení priorit v rámci redukce kreditního rizika

Při snaze o redukci kreditního rizika je několik možností, jak toho dosáhnout. Nejdříve je potřeba snížit hodnotu dluhu v peněžních jednotkách a statistickou hodnotu rizika. Problémem je však situace, kdy je z těchto složek nutné vybrat pouze jednu. V této situaci existuje několik možných řešení:

- redukce dlužníků s nejvyšší absolutní hodnotou dluhu (pravý dolní roh Obr. 3.7), jelikož dopad defaultu dlužníka v této pozici by měl největší následky,
- redukce dlužníků s nejvyšší procentuální úrovní rizika (levý horní roh Obr. 3.7), jelikož tito dlužníci pravděpodobně způsobují největší ztráty portfolia,
- redukce dlužníků, kteří přispívají nejvyšší absolutní částkou rizika (pravý horní roh Obr. 3.7).

Obr. 3.7 Riziko vs. hodnota dluhu



Zdroj: CreditMetricsTM – Technical Document

Z předchozího obrázku je patrné, že dlužníci s velkou procentuální úrovní rizika, ale pravděpodobně s vysokým očekávaným výnosem, mohou být akceptováni v situaci, kdy nedosahují příliš velké expozice. Naopak vysoká expozice je tolerována pouze v situaci, kdy je procentuální úroveň rizika malá. Zde však existuje riziko změny kreditní kvality dlužníka. V této situaci by totiž portfolio mělo vysokou hodnotu dluhu při současně relativně vysoké absolutní úrovni rizika.

3.3 Regulační kapitálový požadavek

Jak již bylo zmíněno, kreditní riziko tvoří nejvýznamnější část celkového rizika bank. Dominantní vliv kreditního rizika je patrný i z nastavení regulačního kapitálového požadavku, kdy banky drží podstatnou část kapitálu právě pro potřeby krytí kreditních rizik. Touto skutečností se dlouhou dobu zabývá Banka pro mezinárodní platby (BIS), resp. její stálý Výbor pro bankovní dohled (BCBS), který stojí za vydáním regulačních pravidel známých jako Basel I, Basel II a Basel III.

3.3.1 Basel I

International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards, známější spíše pod názvem Basel I, je prvním pokusem o regulaci kapitálové přiměřenosti a byla vydána v roce 1988. Podle této dohody by banky měly mít vytvořený dostatečný „kapitálový polštář“ pro krytí neočekávaných ztrát. Velikost tohoto kapitálu by se pak měla odvíjet od rizikovosti aktiv.

Dle Basel I byly banky povinny vytvářet kapitálový polštář pouze proti poskytnutým rizikovým úvěrům a byl tak obranou pouze proti kreditnímu riziku, které bylo v té době považováno za primární příčinu krachu bankovních institucí. (Valová, 2010) Minimální výše regulatorního kapitálu vůči celkové sumě rizikově vážených aktiv musela být minimálně 8%, což lze zapsat rovnicí:

$$CAR = \frac{C}{RVA} \geq 0,08, \quad (3.38)$$

kde CAR je kapitálová přiměřenost, C je kapitál banky a RVA jsou rizikově vážená aktiva. Kapitálový požadavek lze pak vypočítat pomocí následujícího vztahu:

$$KP = \frac{RVA}{12,5}. \quad (3.39)$$

Kapitál banky se pro účely výpočtu rozděloval na hlavní kapitál (TIER 1) a dodatkový kapitál (TIER 2). *TIER 1* byl tvořen základním kapitálem, emisním áziem, nerozděleným ziskem a rezervními fondy. Jeho velikost se pak očišťovala o ztrátu z běžného období a minulých let, vlastní akcie a goodwill. Do *TIER 2* se obvykle řadí rezervy, ostatní kapitálové fondy a dlouhodobý podřízený dluh. TIER 2 pak mohl tvořit maximálně 50 % celkového kapitálu. V roce 1999 byl přidán TIER 3, který je tvořen krátkodobým podřízeným dluhem.

Velikost rizikově vážených aktiv byla zjištěna vynásobením daného aktiva a rizikovou vahou určenou regulátorem. Tento vztah lze zapsat následující rovnicí:

$$RVA = \sum_i RV_i \cdot EAD_i, \quad (3.40)$$

kde RV_i je riziková váha a EAD_i je velikost expozice v době defaultu.

Aktiva byla dle stupně rizikovosti rozdělena do následujících čtyř skupin (Jurošková, 2012):

- rizikovost 0 % - peníze a peněžní ekvivalenty, pohledávky za centrálními bankami a vládami zemí OECD, státní obligace vydané zeměmi OECD,
- rizikovost 20 % - pohledávky za bankami integrovanými do zemí OECD, pohledávky za veřejným sektorem zemí OECD,
- rizikovost 50 % - půjčky plně zajištěné zástavou nemovitosti,
- rizikovost 100% - pohledávky za soukromým sektorem, pohledávky vůči centrálním bankám a vládám zemí mimo OECD.

V roce 1996 pak byla kapitálová přiměřenost doplněna o kapitálový požadavek na tržní riziko (KP_{MR}) viz následující vzorec:

$$CAR = \frac{C}{RVA + (KP_{MR} \cdot 12,5)} \geq 0,08 \cdot \quad (3.41)$$

Počítalo se i ostatními riziky, ale obecně se předpokládalo, že kapitálový požadavek na krytí kreditního a tržního rizika bude dostatečný i na pokrytí rizik ostatních. Nevytváření kapitálového polštáře na krytí ostatních rizik byl jen jeden z nedostatků Basel I. Dalším bylo např. špatné nastavení rizikových vah, především pak 0 % u zemí OECD a 100 % u všech obchodních úvěrů, protože ani jedno nezohledňovalo současnou situaci dlužníka. Dalším nedostatkem pak bylo nevytvoření pravidel pro tvorbu opravných položek u nesplacených úvěrů.

3.3.2 Basel II

Kvůli nedostatkům Basel I došlo dne 26. června 2004 ke schválení Nové basilejské dohody s názvem *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*, známé jako Basel II.

Dohoda navazovala na tu předcházející např. v požadavku na držení minimální míry kapitálové přiměřenosti ve výši 8%. Národním regulátorům jednotlivých zemí byla ponechána možnost stanovení i vyšší míry než té minimální, stejně jako tomu bylo v dohodě z roku 1988. V čem se nová dohoda výrazně odlišovala od té předcházející, byla snaha o co možná nejpresnější kvantifikaci minimálního stavu regulatorně stanoveného kapitálu ke skutečné ekonomické potřebě kapitálu, vycházejícího z konkrétních rizikových aktiv banky. Basel II je postavena na třech základních pilířích, což lze vidět v Obr. 3.8.

Obr. 3.8 Struktura Basel II



Zdroj: Válová (2008)

První pilíř navazuje na Basel I. Upravuje původní systém směrnic přibližováním minimální kapitálové přiměřenosti k reálným aktuálním rizikům. Rozšiřuje původní verzi

o kapitálový požadavek na operační riziko. Umožňuje také bankám vybrat si z více metod měření rizik.

Druhý pilíř mění proces hodnocení dostatečnosti kapitálu dané banky orgánem dozoru, dále pak spolehlivost a kvalitu řídicích a kontrolních systémů banky, zabývá se také principy revizemi institucí dozorčím orgánem, diskutuje různé přístupy k řízení rizik a poukazuje na nutnost jeho transparentnosti. Důraz je přitom kladen na velké mezinárodní banky, u kterých je kapitálová přiměřenost posuzována na konsolidovaném základě v zemi mateřské banky.

Třetí pilíř se soustředí na problematiku transparentnosti a zveřejňování informací bankami. Nový koncept stanovuje požadavky na uveřejňování v různých oblastech, včetně metod využitých při výpočtu kapitálové přiměřenosti. Přepokládalo se, že větší množství zveřejněných informací o rizicích podstupovaných bankou, povede ke snaze bank být méně rizikové.

Kapitálová přiměřenost se v Basel II počítá pomocí vztahu:

$$CAR = \frac{C}{(KP_{CR} + KP_{MR} + KP_{OR}) \cdot 12,5} \geq 0,08, \quad (3.42)$$

kde KP_{CR} je kapitálový požadavek na kreditní riziko (credit risk), KP_{MR} je kapitálový požadavek na tržní riziko (market risk) a KP_{OR} je kapitálový požadavek na operační riziko (operational risk). Předchozí rovnici lze upravit do tvaru obsahujícího rizikově vážená aktiva. Tato rovnice má pak následující tvar:

$$CAR = \frac{C}{RVA + (KP_{MR} + KP_{OR}) \cdot 12,5} \geq 0,08. \quad (3.43)$$

V rámci Basel II je pak možné určit velikost rizikově vážených aktiv, v rámci kreditního rizika, dvěma způsoby, a sice pomocí standardizované metody nebo pomocí přístupu založeném na interním ratingu (základní a pokročilá metoda).

Standardizovaná metoda

Podstata metody, kdy banka na základě objektivních znaků přiřazuje rizikové váhy pohledávkám klientů, byla přejata z Basel I. Nově však byla rozšířena o zohledňování externích ratingů klientů, které určovaly externí ratingové agentury. Stanovení minimálních kapitálových požadavků se tak stalo významně členitější a rizika tak byla lépe diversifikovatelná. Zatímco v rámci Basel I měly pohledávky za soukromým sektorem rizikovou váhu 100 %, v rámci Basel II to může být 20 %, 50 %, 100 % nebo dokonce 150 %. V Tab. 3.3 lze pak vidět kompletní přehled rizikových vah dle jednotlivých ratingových kategorií.

Tab. 3.3 Rizikové váhy dle emitenta a ratingové kategorie

Standard & Poor's	Vláda a CB (%)	Veřejný sektor (%)	Banky (%)	Obchodní společnost (%)
AAA až AA-	0	20	20	20
A+ až A-	20	50	50	50
BBB+ až BBB-	50	100	100	100
BB+ až BB-	100	100	100	100
B+ až B-	100	150	150	150
Pod B-	150	150	150	150
Unrated	100	100	100	100

Zdroj: BIS (2004)

Dále byl také změněn přístup k oceňování zemí v rámci OECD. Nedostatek Basel I, který zemím v rámci OECD bez ohledu na ekonomickou výkonnost země, délku členství, atd. přiřazoval rizikovou váhu 0 %, byl odstraněn.

Nejčastěji zmiňovaným negativem Basel II bylo přenesení části odpovědnosti za veřejnou regulaci na externí ratingové agentury. Tyto agentury byly kvůli globální finanční krizi vystaveny obrovské kritice a jejich důvěryhodnost velice poklesla. Ratingové agentury na tuto kritiku reagovaly sdělením, že jimi vydané hodnocení jsou pouze doporučení a pro investory by to měl být pouze jeden z faktorů při investičním rozhodování. (Pečená, Teplý 2010). Tato „doporučení“ však mají velký dopad nejen na finanční sektor a nabízí se tak otázka, zda by za tato „doporučení“ neměla být určitým způsobem zodpovědné. Zda zpřísnit jejich regulaci a jak velký podíl nesly za vypuknutí krize je však stále předmětem diskusí a není na ně jednotný názor.

Metoda založená na vnitřním ratingu

Základem této metody je možnost finanční instituce odhadovat všechny prvky sama. Tento přístup je dále rozdělen na základní a pokročilou metodu. U té základní banka stanovuje odhady defaultu dlužníka a u té pokročilé pak vytváří vlastní model pro odhad všech potřebných veličin. Zavedení této metody znamená úzkou spolupráci s regulátorem, neboť její použití musí být regulátorem schváleno. Tento systém musí splňovat mnoho požadavků. Jedním z požadavků je schopnost dostatečně diferencovat riziko. Musí proto mít 6 – 9 ratingových tříd pro běžné úvěry a minimálně 2 třídy pro ty ostatní. Dále musí být dokonale transparentní, mít jasně stanovený dohled a být pravidelně nezávisle kontrolován. Je také potřeba v určitých intervalech testovat spolehlivost a konzistentnost daného systému. V případě, že banka všechna tato kritéria splní, může odhadovat:

- ztrátu danou defaultem (LGD) – u standardizované metody nastavena na 45 %, u podřízeného dluhu na 75%,

- expozici v době defaultu (EAD) – u standardizované metody se rovná hodnotě nesplacených pohledávek očištěných o opravné položky,
- sama určovat nakládání s garancemi a kreditními deriváty,
- splatnost úvěru (M) – ta je standardně nastavená na 2,5 roku.

Rizikově vážená aktiva se u metody založené na interním ratingu vypočítají pomocí následujícího vztahu:

$$RVA = KP \cdot 12,5 \cdot EAD, \quad (3.44)$$

kde KP je kapitálový požadavek, který se určí p následovně:

$$KP = \left[LGD \cdot N \left[(1-R)^{-0,5} \cdot G(PD) + \left(\frac{R}{1-R} \right)^{0,5} \cdot G(0,999) \right] - PD \cdot LGD \right] \cdot (1-1,5 \cdot b)^{-1} \cdot (1+(M-2,5) \cdot b), \quad (3.45)$$

kde PD je pravděpodobnost defaultu, LGD je ztráta z úvěru při default partnera, N je distribuční funkce normovaného normálního rozdělení ($N(0;1)$), G je inverzní funkce k distribuční funkci normovaného normálního rozdělení (kvantil $N(0;1)$), R je korelace, M je splatnost pohledávky a b představuje koeficient zohledňující M . Tento koeficient se určí pomocí vztahu:

$$b = [0,11852 - 0,05478 \cdot \ln(PD)]^2. \quad (3.46)$$

Korelace (R) se stanoví pomocí vztahu (3.46) takto:

$$R = \frac{0,12 \cdot [1 - EXP \cdot (-50 \cdot PD)]}{1 - EXP \cdot (-50)} + 0,24 \frac{1 - [1 - EXP \cdot (-50 \cdot PD)]}{1 - EXP \cdot (-50)}, \quad (3.47)$$

kde PD je pravděpodobnost defaultu. Poslední důležitou součástí je pak zajištění, které upravuje LGD . Tu lze vypočítat následujícím způsobem:

$$LGD^* = MAX \left[0; LGD \left(\frac{E^*}{E} \right) \right], \quad (3.48)$$

kde E je současná hodnota expozice a je E^* tato hodnota po zajištění.

3.3.3 Basel III

Basilejský výbor pro bankovní dohled v roce 2010 vydal text s pravidly, která prezentují detaily globální regulace o kapitálové přiměřenosti a likvidity známý jako Basel III a to především jako reakci na globální finanční krizi. Tento rámec stanovuje vyšší a lepší kvalitu regulatorního kapitálu, lepší pokrytí rizika, představení pákového poměru, opatření na podporu kapitálu a globální pravidla pro stanovení likvidity.

Podle Černého (2010) se ukázalo, že některá pravidla vedla ke zhoršení stability finančního systému a regulátoři tato pravidla upravovali narychlo bez domýšlení důsledků.

Basel III se snaží tyto nedostatky odstranit a přinesla řadu změn, které dle Laušmanové (2011) spočívají:

- ve výrazném posílení kapitálu bank (důraz je kladen především na výši a kvalitu kapitálu),
- v tvorbě kapitálových polštářů v dobrých časech, které mohou být využity v krizových obdobích,
- ve výrazně lepším pokrytí rizik, se zaměřením na oblasti, jež byly problematické v průběhu krize, tzn. tržní rizika obchodního portfolia, rizika protistran a rizik plynoucích z procesu sekuritizace,
- v zavedení pákového poměru,
- v zavedení globálních standardů likvidity,
- ve zlepšení procesu dohledu (v rámci pilíře 2) a tržní disciplíny (v rámci pilíře 3), s důrazem na obchodní činnost a proces sekuritizace.

Pokud jde o posílení kapitálu, tak Basel III navyšuje požadavky na výši vlastního kapitálu a jeho kvalitu. Od vlastního kapitálu je však nutné odečíst daňové pohledávky plynoucí z dřívějších účetních ztrát, reálnou hodnotu dluhopisů určených k prodeji, goodwill a menšinový podíl. Z důvodu neznalosti důsledků, které by nová pravidla mohla mít, bude jejich implementace probíhat pozvolně až do roku 2019, což lze vidět v Tab. 3.4.

Tab. 3.4 Vývoj kapitálu a likvidity a jejich složek v Basel III v období 2013-2019

Fáze	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Pákový poměr		a) ³				Přesun do I. pilíře	
Min. společný podíl VK	3,5 %	4 %	4,5 %				4,5 %
Kapitálový konzervační polštář				0,6 %	1,3 %	1,9 %	2,5 %
Minimum VK + konzervační polštář	3,5 %	4,0 %	4,5 %	5,1 %	5,75 %	6,375 %	7,0 %
Postupně v odpočtu od CET1b) ⁴		20,0 %	40,0 %	60,0 %	80,0 %	100,0 %	
Minimum TIER 1	4,5 %	5,5 %	6,0 %				
Minimum celkového kapitálu	8,0 %						
Minimum celkového kapitálu + konzervační polštář	8,0 %			8,6 %	9,3 %	9,875 %	10,5 %
Kapitálové nástroje, které nejsou součástí TIER 1 a 2	Od roku 2013 budou během 10 let vyřazené.						
Ukazatel krytí likviditou			60,0 %	70,0 %	80,0 %	90,0 %	100,0 %
Čisté stabilní financování						c) ⁵	

Zdroj: BIS

Současný regulatorní požadavek 8%, jako poměr mezi kapitálovými zdroji a velikostí požadavku na krytí jednotlivých rizik, bude sice zachován, ale nově Basel III zavádí dvě

³ Paralelní běh od 1/2013 do 1/2017 a od 1/2015 bude součástí účetní závěrky

⁴ Zahnující počet převyšující limit pro odložení daňové pohledávky, práva na služby vypůjčování a finance

⁵ Ohlášení minimální standardu

doplňkové úrovně kapitálových polštářů. První, tzv. kapitálový konzervační polštář bude vytvářen ve výši 2,5 %. Bude zaváděn postupně během čtyř let počínaje rokem 2016 (ve výši 0,625 %). Cílem tohoto polštáře je zabezpečit pokrytí zvýšených ztrát v období finančních či ekonomických problémů. Druhým je proticyklický polštář, jež reaguje na procykličnost Basel II. Cílem tohoto polštáře je tedy chránit bankovní sektor před následky špatné hospodářské situace, regulátor bude mít právo zavést tento polštář až ve výši 2,5 %. Nevytváření těchto polštářů bude mít za následek omezení práv akcionářů na rozdělení zisku.

Basel III také posiluje krytí rizik u sekuritizovaných transakcí a navyšuje kapitálový požadavek u obchodního portfolia. Kromě toho omezuje pákový poměr (leverage ratio), především v dobách ekonomického boomu, kdy jsou často podceňována rizika. Pákový poměr bude fungovat jako limit, který by měl zastavit nadměrnou expanzi bankovních aktiv, protože bude požadováno, aby poměr mezi původním kapitálem a celkovou expozicí rozvahových a podrozvahových aktiv byl minimálně ve výši 3 %. (Jurošková, 2012)

Basel III bude také prostřednictvím nových ukazatelů likvidního krytí požadovat, aby banky držely určité množství vysoce kvalitních aktiv a to v objemu, který pokryje potřebu hotovosti minimálně na 30 dnů, což se bude hodnotit pomocí ukazatele krytí likviditou (liquidity coverage ratio). U druhého ukazatele čistého stabilního financování je nutné, aby zásoba stabilních pasiv přesahovala objem aktiv, která nemohou být snadno přeměněna na peníze během jednoho roku.

Další důležitou změnou je snížení důležitosti externího ratingu. Banky by při hodnocení rizikovosti aktiva měly více spoléhat na interní ratingový systém, než na „doporučení“ externích ratingových agentur. Ratingovým agenturám se navíc zpřísní kritéria způsobilosti.

4. Stanovení kreditního rizika vybranými metodami

V této kapitole bude provedeno srovnání a zhodnocení metod pro stanovení kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika. Budou porovnány metody plynoucí z Basilejských dohod o kapitálové přiměřenosti a model CreditMetricsTM. Pomocí metod, které vychází z Basilejských dohod, bude stanovena velikost regulatorního kapitálu pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika a pomocí modelu CreditMetricsTM velikost ekonomického kapitálu.

Nejdříve budou popsána vstupní data a portfolio, na kterém budou jednotlivé metody srovnány. Dále pak budou provedeny výpočty velikosti regulatorního kapitálu dle Basilejských dohod a to s využitím standardního přístupu (SA) a základní metody vnitřních ratingů (FIRB). Následovat bude výpočet ekonomického kapitálu dle CreditMetricsTM. V závěru kapitoly pak budou zjištěné výsledky porovnány. Časovým horizontem pro výpočet kapitálu nutného k pokrytí neočekávané ztráty je jeden rok, jehož počátek je 1. 1. 2014.

4.1 Vstupní data

Srovnání metod výpočtu kapitálu nutného pro krytí neočekávané ztráty je provedeno u portfolia složeného z deseti dluhových aktiv obchodovaných na Frankfurt Stock Exchange (FSE) v celkové nominální hodnotě 10 mil. €. Každý dluhopis je zastoupen shodně v celkové nominální výši 1 mil. €, aby bylo zabráněno zkreslení kvůli vysoké nominální hodnotě některých dluhopisů. Všechny informace o zkoumaných dluhopisech lze nalézt na webových stránkách frankfurtské burzy. Důležitými informacemi jsou hlavně: nominální hodnota, velikost kupónu, datum splatnosti, tržní cena, rating a seniorita. Všechny dluhopisy mají senioritu Senior Unsecured, jelikož se jedná o dluhopisy renomovaných společností, u nichž není vyžadováno krytí hypotečními zástavními listy. Základní informace o dluhopisech jsou obsaženy v Tab. 4.1.

Tab. 4.1 Základní informace o jednotlivých dluhopisech

Název	Rating	Kupón	NH	Splatnost	Tržní cena	Ks
LUFTHANSA AG MTN 09/16	BBB-	6,50 %	1 000 €	2016	112,68%	1000
ALLIANZ FIN. II 12/22 MTN	AA	3,50 %	100 000 €	2022	107,02%	10
DEUTSCHE POST MTN.12/20	BBB+	1,85 %	1 000 €	2020	98,15%	1000
E.ON INTL FIN. 08/20 MTN	A-	5,75 %	1 000 €	2020	121,00%	1000
METRO MTN 12/18	BBB-	3,50 %	100 000 €	2018	98,70%	10
COMMERZBANK 12/22	A-	3,15 %	50 000 €	2022	99,00%	20
VOLKSWAGEN INTL 12/19 MTN	A-	3,25 %	1 000 €	2019	107,77%	1000
RWE AG MTN 03/18	BBB+	5,13 %	1 000 €	2018	123,30%	1000
SIEMENS FINANC. 08/18 MTN	A+	5,63 %	1 000 €	2018	117,71%	1000
DT.TELEK.INTL F.10/20 MTN	BBB+	4,25 %	1 000 €	2020	111,66%	1000

Zdroj: Vlastní zpracování dle FSE

Jak lze vyčíst z předchozí Tab. 4.1, jsou všechny dluhopisy denominovány v eurech (€) a jejich nominální hodnota se pohybuje mezi 1 tis. a 100 tis. €. Rating jednotlivých dluhopisů byl získán od ratingové agentury Standard & Poor's (S&P). Emitenty těchto dluhopisů jsou jedny z největších německých společností, čemuž odpovídají i vysoká ratingová hodnocení. Nejnižším ratingovým stupněm je BBB-, který stále patří do investičního ratingového hodnocení.

Pro stanovení výše kapitálového požadavku je potřeba znát pravděpodobnosti defaultu jednotlivých dluhopisů dle ratingového stupně. Tyto pravděpodobnosti jsou získány na základě přechodové matice pro evropské společnosti, kterou vydává ratingová agentura Standard & Poor's a lze je nalézt v Tab. 4.2.

Tab. 4.2 Pravděpodobnost defaultu pro jednotlivé ratingové stupně

Rating	PD	Rating	PD
AAA	0,0007%	BBB-	0,2747%
AA+	0,0022%	BB+	0,7117%
AA	0,0024%	BB	1,2581%
AA-	0,0044%	BB-	2,9500%
A+	0,0142%	B+	4,1917%
A	0,1075%	B	8,8480%
A-	0,2020%	B-	24,4180%
BBB+	0,2045%	CCC	48,6187%
BBB	0,2730%		

Zdroj: Standard & Poor's

Jelikož všechny dluhopisy mají stupeň seniority Senior Unsecured je LGD, dle vzorce (2.1), stanovena na úrovni 48,87 %. Míra návratnosti je převzata ze studie Cartyho & Liebermana a lze ji nalézt v Tab. 2.3.

4.2 Výpočet kreditního rizika dle Basel I, II a III

Nyní bude stanovena velikost regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika pomocí metod vyplývajících z Basilejských dohod. Metodologie výpočtu byla popsána v podkapitole 3.3. Každý dluhopis v portfoliu je zastoupen stejnou vahou, které odpovídá nominální hodnota 1 mil. €.

Jako první je stanovena velikost regulatorního kapitálového požadavku dle Basel I. Nejdříve jsou jednotlivým dluhopisům přiřazeny rizikové váhy, poté je dle vzorce (3.40) dopočítána velikost rizikově vážených aktiv a nakonec dle rovnice (3.39) určena velikost kapitálového požadavku. Výsledky lze vidět v následující Tab. 4.3.

Tab. 4.3 Regulatorní kapitálový požadavek dle Basel I

Dluhopis	RV v %	RVA v €	KP v €
Lufthansa	100	1 000 000	80 000
Allianz	100	1 000 000	80 000
Deutsche Post	100	1 000 000	80 000
E.ON	100	1 000 000	80 000
Metro	100	1 000 000	80 000
Commerzbank	20	200 000	16 000
Volkswagen	100	1 000 000	80 000
RWE	100	1 000 000	80 000
Siemens	100	1 000 000	80 000
Deutsche Telekom	100	1 000 000	80 000
Celkem	-	9 200 000	736 000

Výsledky prezentované v předchozí Tab. 4.3 ukazují základní nedostatek Basel I a sice nezohledňování kreditní způsobilosti dlužníka. Téměř všem dluhopisům, s výjimkou Commerzbank, je proto přiřazena riziková váha 1. V důsledku toho je celková velikost rizikově vážených aktiv 9,2 mil. € a výsledný regulatorní kapitálový požadavek 736 tis. €.

Jako druhá je stanovena velikost kapitálového požadavku dle Basel II a to standardním přístupem. Postup při jeho výpočtu je stejný jako v předchozím případě a výsledné hodnoty lze nalézt v Tab. 4.4

Tab. 4.4 Regulační kapitálový požadavek dle Basel II - SA

Dluhopis	RV v %	RVA v €	KP v €
Lufthansa	100	1 000 000	80 000
Allianz	20	200 000	16 000
Deutsche Post	100	1 000 000	80 000
E.ON	50	500 000	40 000
Metro	10	1 000 000	80 000
Commerzbank	50	500 000	40 000
Volkswagen	50	500 000	40 000
RWE	100	1 000 000	80 000
Siemens	50	500 000	40 000
Deutsche Telekom	100	1 000 000	80 000
Celkem	-	7 200 000	576 000

V rámci Basel II je již odstraněn nedostatek Basel I a velikost rizikových aktiv se již odvíjí od kreditní způsobilosti dlužníka. U poloviny dluhopisů lze díky tomu pozorovat změnu rizikové váhy, což způsobilo pokles celkové velikosti rizikově vážených aktiv o 2 mil. €. Celkový kapitálový požadavek je pak nižší o téměř 22 %.

Jako třetí v pořadí je stanovena velikost kapitálového požadavku opět v rámci Basel II, ale nyní základní metodou vnitřních ratingů. Rizikově vážená aktiva jsou vypočítána dle rovnice (3.44) a kapitálový požadavek pak dle vzorce (3.45). Výsledné hodnoty lze vidět v následující Tab 4.5.

Tab. 4.5 Regulační kapitálový požadavek dle Basel II - FIRB

Dluhopis	RVA v €	KP v €
Lufthansa	564 392	45 151
Allianz	39 314	3 145
Deutsche Post	482 497	38 600
E.ON	479 283	38 343
Metro	564 392	45 151
Commerzbank	479 283	38 343
Volkswagen	479 283	38 343
RWE	482 497	38 600
Siemens	100 317	8 025
Deutsche Telekom	482 497	38 600
Celkem	4 153 755	332 300

Cílem zavedení základní metody vnitřních ratingů bylo motivovat banky k využívání sofistikovanějších metod při výpočtu kapitálového požadavku, které lépe zohlední podstupované riziko. Motivace využívat tuto metodu spočívá v nižším kapitálovém požadavku oproti standardnímu přístupu. Například u dluhopisu společnosti Siemens v případě využití této

metody dochází k poklesu kapitálového požadavku o 80 %. V rámci celého portfolia je pak regulatorní kapitál nižší o téměř 42 %, což v absolutním vyjádření představuje 243 700 €.

Jako čtvrtá je stanovena velikost kapitálového požadavku dle Basel III a to standardním přístupem. Postup je stejný jako v rámci Basel II, ale minimální kapitálová přiměřenost je u Basel III na úrovni 10,5 % s možností zvýšení o tzv. proticyklický polštář ve výši 2,5 %, dohromady tedy až 13 %. V rámci této práce je počítán minimální kapitálový požadavek bez proticyklického polštáře. Výsledné hodnoty jsou zachyceny v následující Tab. 4.6.

Tab. 4.6 Regulatorní kapitálový požadavek dle Basel III - SA

Dluhopis	RV v %	RVA v €	KP v €
Lufthansa	100	1 000 000	105 000
Allianz	20	200 000	21 000
Deutsche Post	100	1 000 000	105 000
E.ON	50	500 000	52 500
Metro	10	1 000 000	105 000
Commerzbank	50	500 000	52 500
Volkswagen	50	500 000	52 500
RWE	100	1 000 000	105 000
Siemens	50	500 000	52 500
Deutsche Telekom	100	1 000 000	105 000
Celkem	-	7 200 000	756 000

Z výsledků zobrazených v předchozí Tab. 4.6 lze vidět, že celková velikost rizikově vážených aktiv je stejná jako v rámci Basel II – SA (Tab. 4.4). Výsledná velikost kapitálového požadavku je však o 31,25 % větší, což je způsobeno nárůstem minimálního požadavku na kapitálovou přiměřenost o 2,5 p. b.

Jako poslední je určena velikost regulatorního kapitálového požadavku dle Basel III a to základní metodou vnitřních ratingů. Postup při výpočtu je opět stejný, jako v rámci Basel II, ale požadavek na minimální kapitálovou přiměřenost je stejně jako v případě standardního přístupu navýšen na 10,5 %. Vypočítané hodnoty lze nalézt v Tab. 4.7.

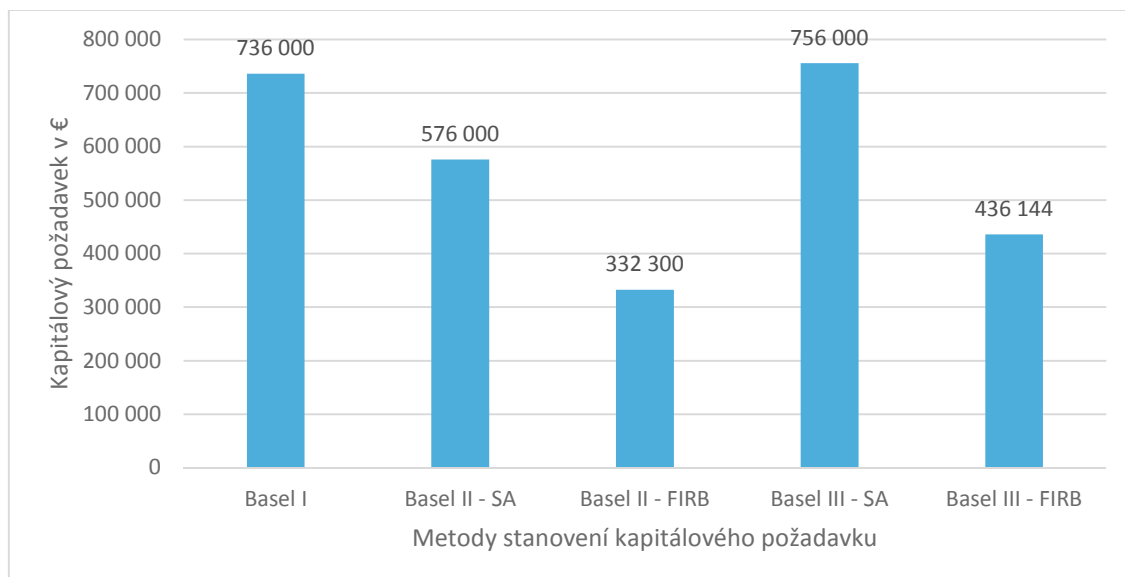
Tab. 4.7 Regulační kapitálový požadavek dle Basel III - FIRB

Dluhopis	RVA v €	KP v€
Lufthansa	740 765	59 261
Allianz	51 600	4 128
Deutsche Post	633 277	50 662
E.ON	629 058	50 325
Metro	740 765	59 261
Commerzbank	629 058	50 325
Volkswagen	629 058	50 325
RWE	633 277	50 662
Siemens	131 666	10 533
Deutsche Telekom	633 277	50 662
Celkem	5 451 803	436 144

Z výsledků obsažených v Tab. 4.7 vyplývá, že při využití základní metody vnitřních ratingů v rámci Basel III, je absolutní úspora oproti standardnímu přístupu ještě vyšší, než je tomu v případě Basel II. Regulační kapitálový požadavek na krytí neočekávané ztráty je oproti standardnímu přístupu nižší o 319 856 €.

V následujícím Obr. 4.1 jsou přehledně zachyceny regulační kapitálové požadavky dle jednotlivých dohod a metod. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že bankám se používání sofistikovanějších metod výpočtu regulačního kapitálu rozhodně vyplatí.

Obr. 4.1 Regulační kapitálový požadavek dle Basel I, II a III



4.3 Výpočet kreditního rizika dle CreditMetrics™

Nyní bude stanovena velikost kreditního rizika dle modelu CreditMetrics™. V prvním kroku je potřeba vypočítat výnosy, ze kterých bude odvozena kovarianční a korelační matice. Dále budou zjištěny hodnoty dluhopisů pro každý ratingový stupeň a to pomocí forwardových výnosových křivek odvozených z přechodové matice. Z přechodové matice budou také odvozeny meze přechodu mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi. Dále bude provedena simulace Monte Carlo. Bude vygenerováno 25 000 náhodných výnosů pro každý jednotlivý dluhopis. Součinem těchto náhodných výnosů a Choleskeho matice budou získány korelované hodnoty výnosů. Každému jednotlivému výnosu pak bude na základě mezí přechodu přiřazena ratingová kategorie. Dle takto získaného ratingu bude každému dluhopisu přiřazena příslušná hodnota. Sečtením hodnot jednotlivých dluhopisů pak bude získána hodnota celého portfolia. V posledním kroku pak budou dopočítány rizikové charakteristiky a prezentovány výsledky.

4.3.1 Odhad korelace mezi emitenty dluhopisů

Pro odhad korelace mezi jednotlivými emitenty se vychází s tržních cen akcií jednotlivých emitentů. Vybrány jsou hodnoty akcií za jednotlivé obchodní dny za období od 1. 1. 2013 do 1. 1. 2014, které lze nalézt v Příloze 2.

První krokem je stanovení výnosů jednotlivých akcií. Výnosy jsou stanoveny diskrétně pomocí vzorce (3.20). Dalším krokem je určení kovariance a korelace těchto výnosů. Kovariance je vypočítána pomocí analytického nástroje MS Excel – Data/Analýza dat/Kovariance. Výsledné hodnoty lze nalézt v Příloze 3. Obdobným způsobem, ale s využitím nástroje Korelace je pak získána i korelace. Výsledné hodnoty jsou zachyceny v korelační matici, která je znázorněna v Tab. 4.8.

Tab. 4.8 Korelace mezi jednotlivými emitenty

	Lufth.	Allianz	DP	E.ON	Metro	Comm.	VW	RWE	Siemens	DT
Lufth.	1,00	0,43	0,38	0,24	0,38	0,25	0,42	0,23	0,35	0,36
Allianz	0,43	1,00	0,49	0,43	0,36	0,28	0,46	0,33	0,54	0,40
DP	0,38	0,49	1,00	0,22	0,29	0,10	0,44	0,18	0,45	0,40
E.ON	0,24	0,43	0,22	1,00	0,31	0,27	0,22	0,73	0,36	0,39
Metro	0,38	0,36	0,29	0,31	1,00	0,22	0,30	0,22	0,35	0,34
Comm.	0,25	0,28	0,10	0,27	0,22	1,00	0,22	0,26	0,27	0,30
VW	0,42	0,46	0,44	0,22	0,30	0,22	1,00	0,12	0,39	0,22
RWE	0,23	0,33	0,18	0,73	0,22	0,26	0,12	1,00	0,26	0,34
Siemens	0,35	0,54	0,45	0,36	0,35	0,27	0,39	0,26	1,00	0,34
DT	0,36	0,40	0,40	0,39	0,34	0,30	0,22	0,34	0,34	1,00

Z předcházející Tab. 4.8 je patrné, že největší závislost je mezi společnostmi RWE a E.ON, což je dáno faktem, že obě tyto společnosti podnikají ve stejném odvětví. I mezi dalšími páry lze zaznamenat vyšší hodnoty korelací. Jejich příčinou může být přinejmenším skutečnost, že tyto společnosti podnikají ve stejném regionu.

4.3.2 Stanovení hodnoty dluhopisů

Pro potřeby modelu je nutné stanovit současnou hodnotu obligace. Pro výpočet této hodnoty je však nejdříve potřeba znát jednotlivé výnosové křivky. Způsob jejich konstrukce byl popsán v podkapitole 3.2.2. Pro jejich sestavení je důležité vytvořit víceleté přechodové matice, znát bezrizikovou sazbu, pravděpodobnost defaultu a míru návratnosti. Víceleté matice přechodu se získají z jednoleté přechodové matice (viz. Příloha 1), a to jejím umocněním požadovaným exponentem. Tyto víceleté matice přechodu lze nalézt v Příloze 4. Jednotlivé pravděpodobnosti defaultu se nacházejí vždy v posledním sloupci jednotlivých víceletých matic. Míra návratnosti je zvolena dle Cartyho a Liebermana na úrovni 51,13 %. Za bezrizikovou sazbu jsou dosazeny hodnoty IRS, získané ze stránek Deutsche Bundesbank. Nyní je možné dle rovnice (3.15) dopočítat forwardové sazby. Spotové i forwardové sazby jsou zachyceny v následující Tab. 4.9.

Tab. 4.9 Spotové sazby (IRS) a forwardové sazby (f_n^F) pro období 2013-2022 v %

Rok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IRS	0,38	0,53	0,75	1,01	1,26	1,50	1,71	1,90	2,07	2,22
f_n^F	0,38	0,68	1,20	1,77	2,27	2,74	2,97	3,21	3,45	3,59

Zdroj: Deutsche Bundesbank

Při znalosti všech potřebných vstupních dat, je možné pomocí rovnice (3.19) dopočítat výnosové křivky pro dluhopisy dle všech splatností a ratingů. Výsledné forwardové výnosové křivky lze nalézt v Příloze 5.

Při znalosti forwardových výnosových křivek lze stanovit současnou hodnotu dluhopisů dle jednotlivých ratingových kategorií. To lze provést aplikováním rovnice (3.11). Výsledné hodnoty jsou zachyceny v Tab. 4.10.

Tab. 4.10 Současná hodnota dluhopisů dle ratingových kategorií

Dluhopis	Lufth.	Allianz	DP	E.ON	Metro	Comm.	VW	RWE	Siemens	DT
AAA	1 184	100 555	910	1 191	104 717	48 763	1 024	1 139	1 167	1 083
AA+	1 184	100 515	910	1 191	104 700	48 743	1 024	1 138	1 166	1 083
AA	1 184	100 511	910	1 191	104 699	48 741	1 024	1 138	1 166	1 083
AA-	1 184	100 469	909	1 191	104 679	48 721	1 023	1 138	1 166	1 083
A+	1 184	100 396	909	1 190	104 634	48 684	1 023	1 138	1 166	1 082
A	1 182	100 133	907	1 187	104 425	48 556	1 021	1 135	1 164	1 079
A-	1 182	100 115	907	1 188	104 456	48 547	1 021	1 136	1 164	1 080
BBB+	1 180	99 768	904	1 184	104 205	48 377	1 018	1 133	1 161	1 076
BBB	1 179	99 474	901	1 181	103 989	48 232	1 016	1 131	1 159	1 074
BBB-	1 174	98 868	896	1 175	103 472	47 936	1 010	1 125	1 153	1 068
BB+	1 176	98 817	896	1 175	103 524	47 909	1 010	1 126	1 154	1 068
BB	1 165	97 657	886	1 162	102 442	47 344	999	1 114	1 142	1 056
BB-	1 142	94 462	858	1 128	99 734	45 782	971	1 086	1 113	1 024
B+	1 123	92 634	840	1 106	97 774	44 892	951	1 065	1 092	1 004
B	1 076	88 638	803	1 058	93 445	42 952	909	1 018	1 044	960
B-	934	75 794	685	908	80 091	36 710	778	874	897	822
CCC	742	61 348	554	732	64 416	29 727	627	702	720	663
D	511	51 130	511	511	51 130	25 565	511	511	511	511

Barevně je vždy označena hodnota dluhopisu při výchozím ratingovém hodnocení. Hodnota dluhopisu v případě defaultu je určena jako součin míry návratnosti a velikosti expozice. V tabulce lze také pozorovat pokles současné hodnoty dluhopisů při snižujícím se ratingu.

4.3.3 Simulace hodnoty portfolia

V rámci simulační metody Monte Carlo je nejprve potřeba vygenerovat náhodné výnosy. To lze provést pomocí nástroje MS Excel – Data/Analýza dat/Generátor pseudonáhodných čísel. V rámci této práce je z normovaného normálního rozdělení $N(0,1)$ vygenerováno 25 000 náhodných výnosů pro každý jednotlivý dluhopis. Tyto scénáře lze nalézt v Příloze 6.

Jelikož mezi jednotlivými emitenty existují vzájemné závislosti, je nutné při simulaci výnosů tyto závislosti zohlednit. Toho lze docílit s využitím horní trojúhelníkové Choleskeho matice, která je zachycena v Tab. 4.11.

Tab 4.11 Choleskeho dekompoziční matice

	Lufth.	Allianz	DP	E.ON	Metro	Comm.	VW	RWE	Siemens	DT
Lufth.	1,0000	0,4276	0,3760	0,2368	0,3845	0,2500	0,4213	0,2331	0,3535	0,3572
Allianz	0	0,9040	0,3605	0,3619	0,2160	0,1888	0,3112	0,2532	0,4314	0,2788
DP	0	0	0,8536	-0,0038	0,0796	-0,0669	0,1957	0,0058	0,1852	0,1917
E.ON	0	0	0	0,9016	0,1538	0,1589	0,0114	0,6499	0,1394	0,2230
Metro	0	0	0	0	0,8806	0,0692	0,0588	-0,0246	0,0921	0,1056
Comm.	0	0	0	0	0	0,9313	0,0720	0,0612	0,0879	0,1325
VW	0	0	0	0	0	0	0,8238	-0,0835	0,0746	-0,0889
RWE	0	0	0	0	0	0	0	0,6692	-0,0366	0,0398
Siemens	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7823	0,0177
DT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8184

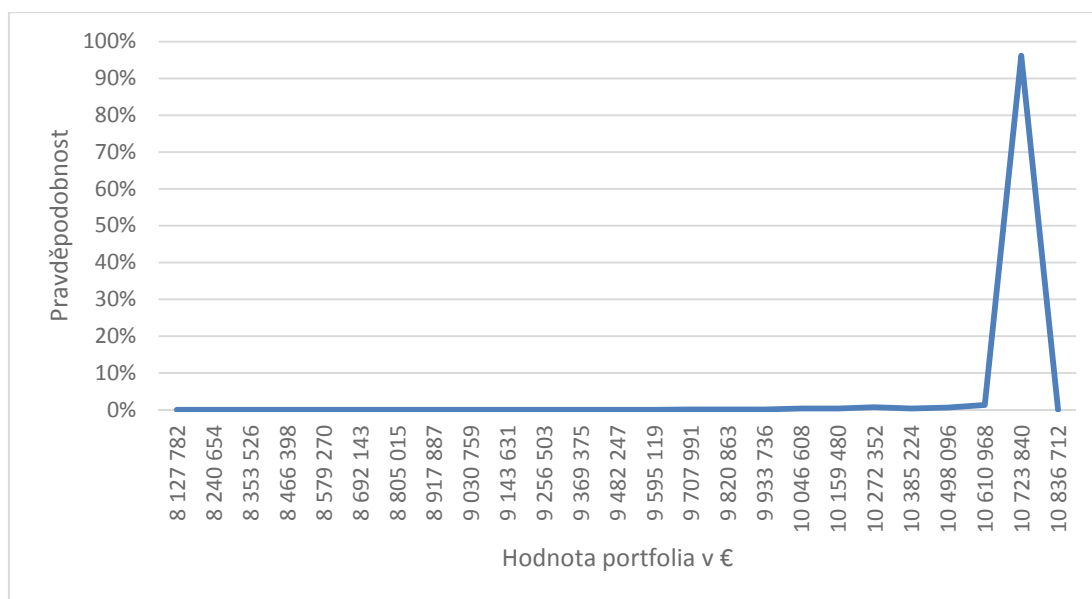
Jednotlivé prvky Choleskeho matice jsou dopočítány dle vzorců (3.35), (3.36) a (3.37). Tato matice umožňuje zohlednit vzájemné závislosti, díky tomu že generovaná náhodná veličina normovaného normálního rozdělení ve formě vektoru se stává po vynásobení touto maticí veličinou reflektující vzájemný stupeň korelace výnosů jednotlivých emitentů. Výslednou matici korelovaných výnosů lze nalézt v Příloze 7.

V dalším kroku jsou jednotlivým korelovaným výnosům přiřazena ratingová hodnocení. K tomu je nejprve zapotřebí, dle postupu popsaného v podkapitole 3.2.2, stanovit meze přechodu mezi jednotlivými ratingovými kategoriemi. Výsledné hodnoty lze nalézt v Příloze 8. Nyní již lze pomocí funkce KDYZ v MS Excel přiřadit jednotlivým korelovaným výnosům příslušný rating s ohledem na rating výchozí (viz. Příloha 9). Po přiřazení ratingů a při znalosti současné hodnoty dluhopisů (viz. Tab 4.10) lze opět pomocí funkce KDYZ zjistit hodnotu jednotlivých dluhopisů. Vynásobením těchto hodnot počtem kusů dluhopisů obsažených v portfoliu je pak získána celková hodnota dluhopisů dle jednotlivých emitentů. Takto získané hodnoty lze nalézt v Příloze 10. Při sečtení celkové hodnoty dluhopisů v rámci jednotlivých scénářů je pak získána hodnota celého portfolia.

4.3.4 Výpočet kreditního rizika

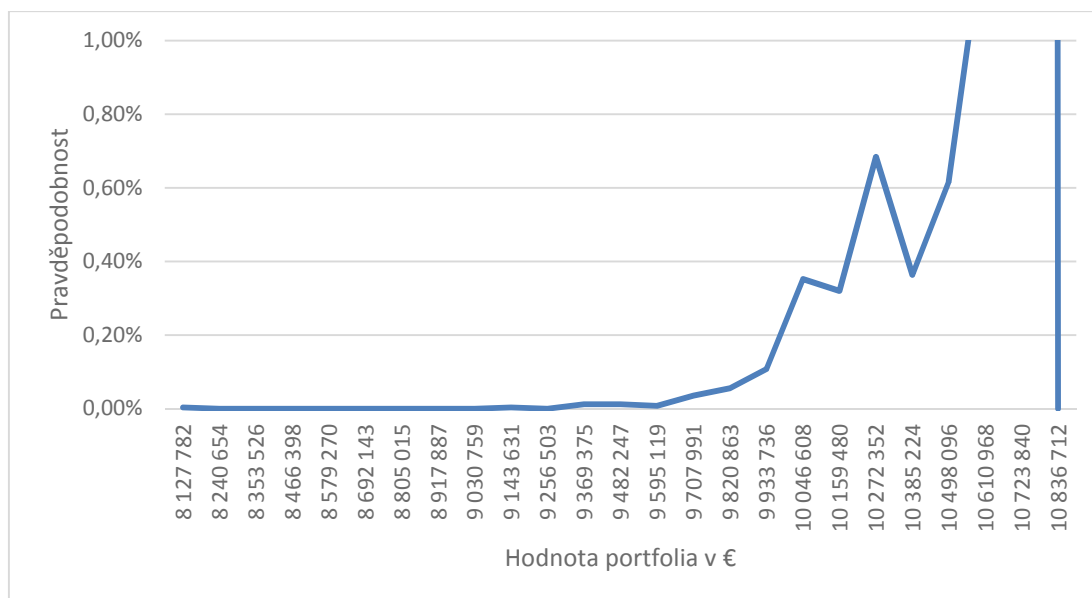
Nyní jsou již známy všechny potřebné veličiny a je možné přistoupit ke stanovení kreditního rizika zkoumaného portfolia. V Obr. 4.3 je zachyceno rozdělení pravděpodobností hodnoty portfolia. Výchozí hodnoty tohoto obrázku jsou pak obsaženy v Příloze 11.

Obr. 4.3 Rozdělení pravděpodobnosti portfolia



Z rozdělení pravděpodobností vyplývá, že hodnota tohoto portfolia bude s pravděpodobností 96,1 % v rozmezí od 10 610 968 € do 10 723 840 €. Kreditní riziko je však specifické nesymetrickým rozdělením a tzv. těžkými konci. To znamená, že s největší pravděpodobností budou dluhy splaceny a s malou pravděpodobností dojde k vysokým ztrátám. Pro jejich znázornění je v Obr. 4.4 upraveno měřítko horizontální osy.

Obr. 4.4 Rozdělení pravděpodobnosti portfolia – upravené měřítko



V předchozím Obr. 4.4 jsou těžké konce jasně viditelné a jsou způsobené přechodem dluhopisů do nižších ratingových kategorií. Například s pravděpodobností 0,35 % bude hodnota portfolia v rozmezí od 9 933 736 € do 10 046 608 €, což je poměrně značný pokles. Nejvyšší

možná hodnota portfolia je pak 8 014 910 €. Takto nízká hodnota by byla způsobena defaultem hned tří aktiv. Maximální možná hodnota portfolia je pak 10 723 840 €. Obě tyto hodnoty však nastanou pouze s pravděpodobností 0,004 %.

V prvních dvou sloupcích Tab. 4.12 lze nalézt hodnoty jednotlivých dluhopisů při výchozím ratingu a jejich očekávanou hodnotu. V posledním sloupci se pak nachází očekávaná ztráta, která odpovídá rozdílu předchozích dvou.

Tab. 4.12 Výsledné hodnoty portfolia v €

Dluhopis	Hodnota při výchozím ratingu	Očekávaná hodnota	Očekávaná ztráta
Lufthansa	1 174 135	1 170 729	3 406
Allianz	1 005 109	1 004 949	159
Deutsche Post	903 887	902 889	998
E.ON	1 187 575	1 187 189	386
Metro	1 034 717	1 031 932	2 785
Commerzbank	970 933	970 594	339
Volkswagen	1 020 926	1 020 591	335
RWE	1 133 166	1 131 690	1 476
Siemens	1 165 793	1 165 521	273
Deutsche Telekom	1 076 387	1 075 261	1 126
Portfolio	10 672 628	10 661 344	11 284

Jak lze vidět v předchozí Tab. 4.12 je očekávaná ztráta 10 510 €, což představuje pouhých 0,1 % celkové hodnoty portfolia. Tento fakt je způsoben především vysokou kvalitou dluhopisů zahrnutých do portfolia. Nejvyšší očekávaná ztráta je pak u dluhopisů společností Lufthansa a Metro, které dohromady představují téměř 55 % z celkové očekávané ztráty. To je dáno faktem, že tyto dluhopisy mají nejhorší výchozí rating.

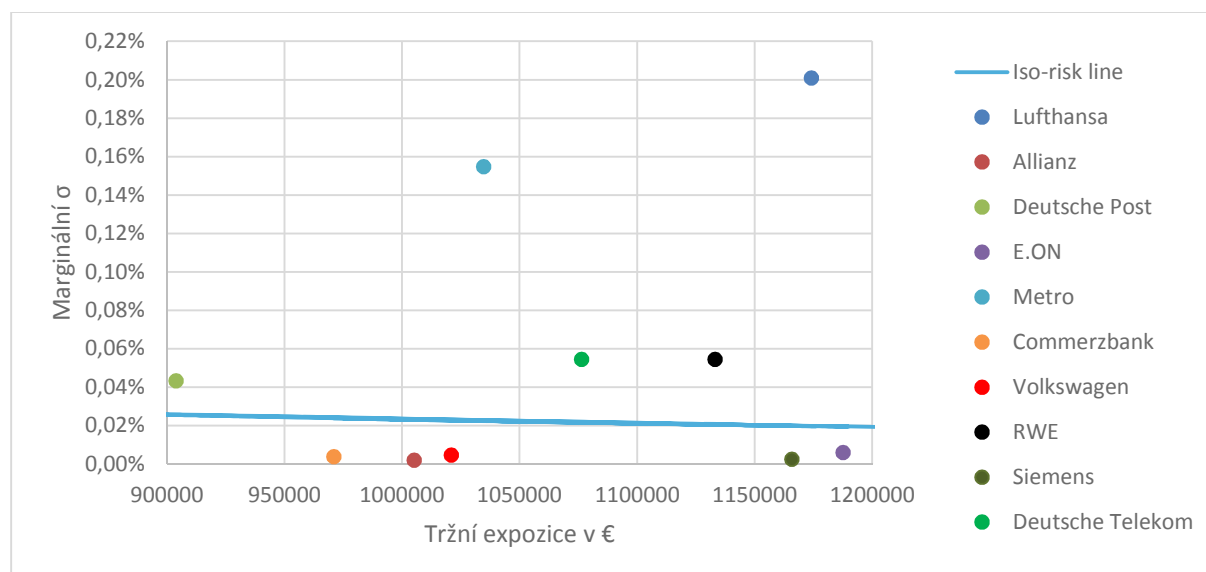
Dalším zkoumaným parametrem je riziko. To bývá nejčastěji vyjádřeno pomocí směrodatné odchylky, která vyjadřuje rozptyl hodnot kolem střední hodnoty. Nicméně jak již bylo zmíněno, kreditní riziko nemá normální rozdělení. Je proto vhodnější stanovit marginální směrodatnou odchylku. Ta umožňuje posoudit, které aktivum je vhodné do portfolia zařadit a které naopak nikoliv. Lze podle ní totiž analyzovat vliv jednotlivých dluhopisů na velikost celkového rizika. Hodnota obou těchto ukazatelů rizika jsou obsaženy v následující Tab. 4.13.

Tab. 4.13 Parametry rizika jednotlivých dluhopisů a portfolia

Dluhopis	Směrodatná odchylka		Marginální směrodatná odchylka	
	v %	v €	v %	v €
Lufthansa	4,155	48 642	0,201	22 049
Allianz	0,073	729	0,002	212
Deutsche Post	2,056	18 566	0,043	4 741
E.ON	0,257	3 046	0,006	665
Metro	4,025	41 539	0,155	16 985
Commerzbank	0,308	2 989	0,004	426
Volkswagen	0,253	2 583	0,005	509
RWE	2,310	26 142	0,054	5 977
Siemens	0,088	1 027	0,002	266
Deutsche Telekom	1,991	21 412	0,054	5 978
Portfolio	0,779	85 499		

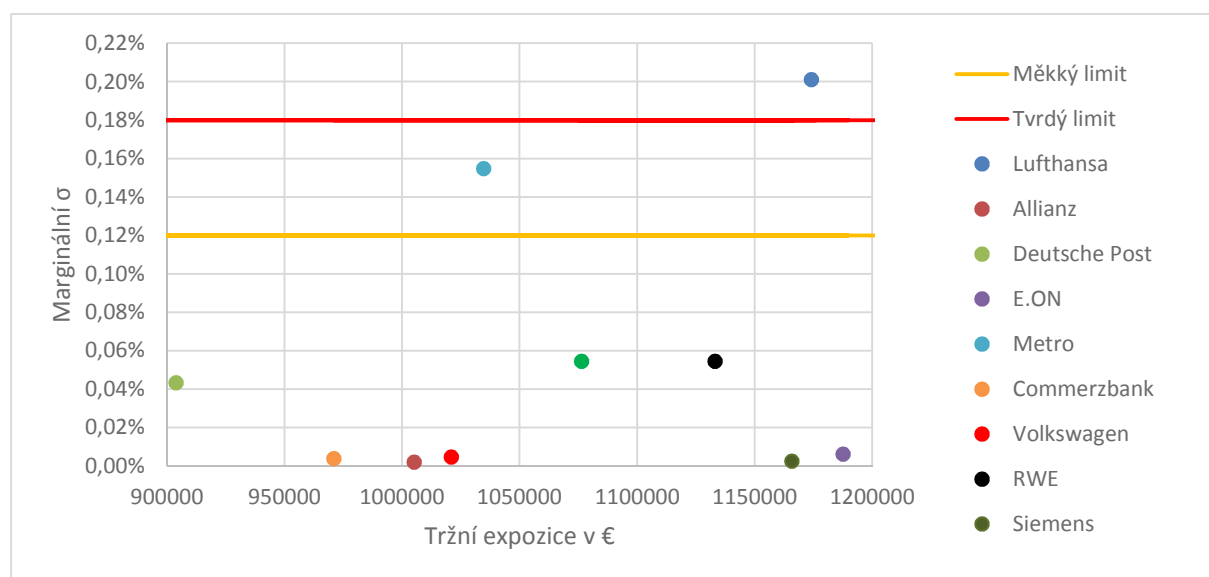
Celkové riziko portfolia je poměrně nízké, jelikož směrodatná odchylka má hodnotu pouze 0,78 %. Nejrizikovějšími dluhopisy jsou pak ty od společností Lufthansa a Metro, což je dáno faktem, že mají nejnižší výchozí ratingové hodnocení. Směrodatná odchylka těchto aktiv se pohybuje těsně nad hranicí 4 %. Tyto dva dluhopisy mají také nejvyšší marginální směrodatnou odchylku. Je také patrné, že marginální směrodatné odchylky jsou nižší než odchylky samostatně stojících aktiv, což je dáno efektem diversifikace. Nejnižší absolutní míra rizika je spojena s investicí do dluhopisů společností Allianz a Siemens, jejichž relativní marginální směrodatná odchylka dosahuje pouhých 0,002 %. Pro větší názornost je marginální riziko zobrazeno v následujícím Obr. 4.5.

Obr. 4.5 Marginální riziko



Předchozí Obr. 4.5 obsahuje navíc křivku nazývanou Iso-risk line, kterou tvoří body se stejnou úrovní absolutního marginálního rizika. Velikost tohoto rizika odpovídá mediánu absolutních marginálních rizik jednotlivých dluhopisů, který je 231 €. Tato křivka je výsledkem součinu expozice a relativní marginální směrodatné odchylky. Dluhopisy nacházející se pod touto linií jsou považovány za méně rizikové než dluhopisy nacházející se nad ní. V rámci tohoto portfolia se nachází polovina dluhopisů pod touto linií a polovina nad ní. Výsledky analýzy marginálního rizika pak slouží pro stanovení kreditních limitů, které jsou naznačeny v Obr. 4.6.

Obr. 4.6 Limity kreditního rizika



Horizontální přímký vložené do Obr. 4.6 představují limity relativní marginální hodnoty rizika jednotlivých emitentů. Oranžová přímka znázorňuje měkký limit stanovený na úrovni 0,12 %. Nad tímto limitem se nachází společnost Metro, které je proto potřeba věnovat zvýšenou pozornost. Tvrdý limit je pak stanoven na úrovni 0,16 % a je znázorněn červenou přímkou. Nad hranicí tohoto limitu se nachází pouze společnost Lufthansa. Dluhopisy této společnosti by tak na základě tohoto limitu nebyly do portfolia zařazeny. Dalším typem limitů jsou horizontální limity, které slouží k omezení expozice. V rámci tohoto portfolia je však tento limit zbytečný, protože expozice jednotlivých emitentů jsou na velmi podobné úrovni.

Posledním zkoumaným parametrem jsou percentily, dle kterých je určena velikost ekonomického kapitálu. Percentil vyjadřuje nejnížší hodnotu, které může portfolio dosáhnout při určité pravděpodobnosti. V rámci této práce jsou stanoveny percentily na úrovni 0,1 %, 0,5 %, 1 % a 5 %. Hodnota portfolia a příslušná velikost ztráty jsou zachyceny v Tab. 4.14.

Tab. 4.14 Percentily a odpovídající hodnoty portfolia a ztráty

Percentil v %	Hodnota portfolia v €	Hodnota ztráty v €
0,1	9 770 379	- 902 249
0,5	10 009 375	- 663 253
1	10 207 482	- 465 147

Ze zjištěných výsledků je patrné, že hodnota portfolia s pravděpodobností 99,9 % neklesne pod 9 770 379 € a velikost ztráty nebude větší než 902 249 €. Jednotlivé percentily pak odpovídají hodnotě VaR na hladině významnosti 0,1 %, 0,5 % a 1 %. Nyní již lze spočítat velikost ekonomického kapitálu, který představuje množství peněz, které je nutné držet pro potřeby krytí neočekávaných ztrát z kreditního rizika. Výsledné hodnoty ekonomického kapitálu spočítaného dle vzorce (3.6) jsou obsaženy v Tab. 4.15.

Tab. 4.15 Velikost ekonomického kapitálu

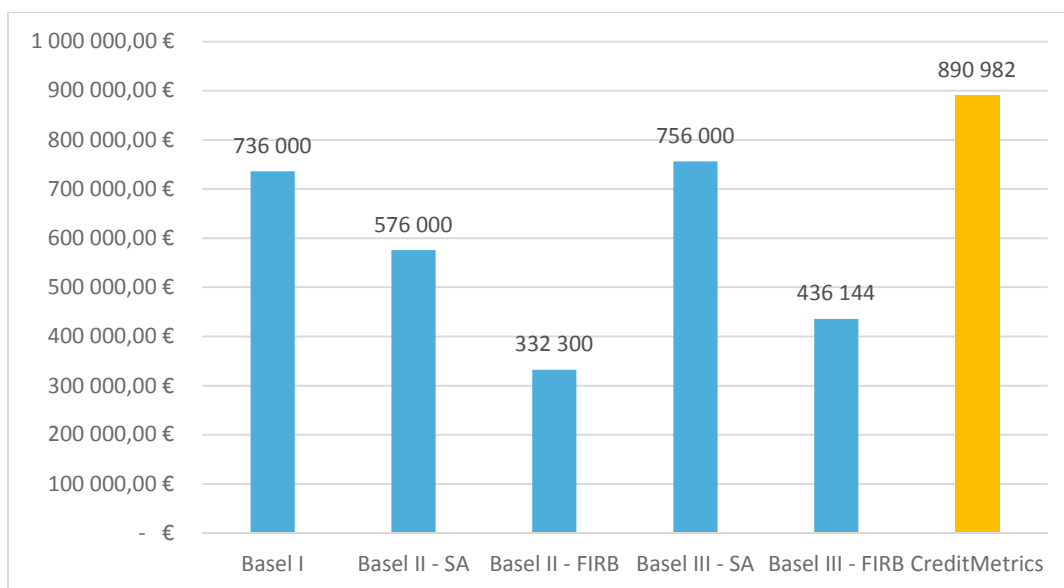
VaR v %	Ekonomický kapitál v €
0,1	890 982
0,5	651 974
1	453 877

Z výsledků zachycených v Tab. 4.15 vyplývá, že velikost ekonomického kapitálu na hladině významnosti 0,1 %, která bývá v bankovníctví nejčastěji využívána, je 890 982 €. Tuto sumu peněz je potřeba neustále držet, aby bylo pokryto riziko ztráty z kreditního rizika. Lze také pozorovat, jak s drobným poklesem hladiny významnosti, výrazně klesá velikost ekonomického kapitálu. Tento fakt je způsoben již zmiňovanými těžkými konci typickými právě pro kreditní riziko.

4.4 Zhodnocení výsledků

Nyní budou zhodnoceny výsledky zjištěné v předchozí části této kapitoly. V podkapitole 4.2 byla vypočítána velikost regulatorního kapitálového požadavku na krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika dle jednotlivých Basilejských dohod a v podkapitole 4.3 velikost ekonomického kapitálu pomocí modelu CreditMetricsTM. Výsledné hodnoty lze vidět v následujícím Obr. 4.7

Obr. 4.7 Velikost kapitálu pro krytí neočekávané ztráty dle jednotlivých metod



Jedním z cílů při zavádění Basilejských dohod bylo, aby se velikost regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty co nejvíce blížila ekonomickému kapitálu. Především se daly očekávat podobné hodnoty mezi výsledky zjištěnými dle základních metod vnitřních ratingů a modelem CreditMetrics™, protože oba vychází z Mertonova modelu. Jak však lze vidět v přechozím obrázku je ekonomický kapitál mnohem vyšší než ten regulatorní.

Důvodem tohoto rozdílu může být porušení tzv. typické granularity (určité diversifikace a koncentrace portfolia), na které je postavena základní metoda vnitřních ratingů. Je-li však portfolio nedostatečně diversifikované, což je v případě zkoumaného portfolia složeného pouze z deseti dluhopisů pravděpodobné, dojde k porušení typické granularity. To má za následek podhodnocení rizika a stanovení nižšího regulatorního kapitálového požadavku než by tomu bylo v případě lépe diversifikovaného portfolia.

Druhým důvodem rozdílných výsledků by mohla být různá míra korelace v použitých modelech. Obecně lze totiž říci, že s rostoucí korelací aktiv v portfoliu, roste také při určité míře pravděpodobnosti velikost neočekávané ztráty. U základní metody vnitřních ratingů je korelace klesající funkcí pravděpodobnosti defaultu. Její maximální velikost může být 24 % a to právě v případě defaultu. Je-li však pravděpodobnost defaultu na úrovni 10 % je hodnota korelace okolo 12 %. V této práci se korelace v rámci tohoto modelu pohybuje mezi 22 % a 24 %. U modelu CreditMetrics™ jsou však míry korelace mnohem vyšší a pohybují se v rozmezí od 10 % až do 73 %. Příčinou těchto korelací může být přinejmenším skutečnost, že tyto společnosti podnikají v rámci stejného regionu.

Zjištěné výsledky také ukazují, že využití základní metody vnitřních ratingů může bance přinést úsporu v podobě nižšího regulatorního kapitálového požadavku na krytí neočekávané ztráty než je tomu v případě využití standardního přístupu. Relativní úspora činí u zkoumaného portfolia téměř 42 % a to jak v rámci Basel II, tak také Basel III. V absolutním vyjádření je pak úspora znatelnější v rámci Basel III a to díky navýšení požadavku na minimální kapitálovou přiměřenost o 2,5 p.b. Toto navýšení minimální kapitálové přiměřenosti bude znamenat nárůst regulatorního kapitálového požadavku do roku 2019 o 31,25 % a je otázkou jestli se s tím některé banky dokáží vyrovnat.

5. Závěr

Význam finančních rizik v posledních letech neustále narůstá. V současné době také roste počet rizikových faktorů, s nimiž se firmy každodenně setkávají. To je způsobeno hlavně strukturálními změnami v ekonomikách, zvyšující se mírou globalizace a tedy i propojováním finančních trhů a ekonomik. Mezi nejvýznamnější finanční rizika se řadí kreditní riziko. Toto riziko je typické pro bankovní instituce, které poskytují kapitál ostatním subjektům na trhu. Potřeba efektivně stanovovat a řídit kreditní riziko se významně projevila zejména v poslední době, kdy světové trhy zasáhla finanční krize způsobená právě neobezřetným chováním finančních institucí.

Cílem této diplomové práce bylo stanovení a porovnání velikosti kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika dle Basilejských dohod a ekonomického kapitálu dle metodologie CreditMetricsTM.

Celá práce byla rozdělena na část teoreticko-metodologickou a část aplikační. V teoreticko-metodologické části byla nejprve popsána základní finanční rizika. Hlavní důraz byl přitom kladen na kreditní riziko, u kterého byly identifikovány i jednotlivé faktory, které ovlivňují jeho velikost. Dále byly přiblíženy komplexní modely řízení kreditního rizika, mezi které se řadí i model CreditMetricsTM. Procesu stanovení velikosti ekonomického kapitálu pomocí modelu CreditMetricsTM pak byla věnována celá podkapitola. Poslední část pak byla zaměřena na popis jednotlivých Basilejských dohod o kapitálové přiměřenosti. U každé dohody byla přitom vymezena metoda, popřípadě metody, stanovení regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty z kreditního rizika.

V aplikační části byla nejprve popsána výchozí data, na základě kterých bylo počítáno samotné kreditní riziko. Následně byla stanovena velikost regulatorního kapitálového požadavku pro krytí neočekávané ztráty dle Basilejských dohod, známých jako Basel I, Basel II a Basel III. Využito přitom bylo standardního přístupu a základní metody vnitřních ratingů. Poté byl proveden výpočet velikosti ekonomického kapitálu pomocí metodologie CreditMetricsTM. V závěru aplikační části byly zjištěné výsledky porovnány.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že velikost ekonomického kapitálu vypočítaného pomocí modelu CreditMetricsTM je výrazně vyšší než velikost regulatorního kapitálového požadavku stanovená pomocí základní metody vnitřních ratingů v rámci Basel II a Basel III. Velikost ekonomického kapitálu dle CreditMetricsTM je 890 982 € a velikost regulatorního kapitálu 332 300 € dle Basel II a 436 144 € dle Basel III. Tyto vysoké rozdíly jsou

pravděpodobně způsobeny porušením typické granularity, jelikož portfolio není dostatečně diversifikované. Další možnou příčinou je rozdílnost korelací, se kterými je u srovnávaných modelů počítáno. U základní metody vnitřních ratingů se korelace pohybovala mezi 22 % a 24 %, zatímco u modelu CreditMetricsTM se korelace pohybovala v rozmezí od 10 % do 73 %. Výsledky také ukazují, že výše regulatorního kapitálového požadavku je při využití základní metody vnitřních ratingů nižší, než je tomu u standardního přístupu. Relativní rozdíl činí v rámci Basel II i Basel III 42 %. Absolutní rozdíl je pak více znatelný v rámci Basel III díky navýšení minimálního požadavku na kapitálovou přiměřenost. Ten bude navýšen o 2,5 p.b, tedy o 31,25 %. Bude proto otázkou, jak se v budoucnosti banky s tímto navýšením vyrovnají.

Proces řízení kreditního rizika se neustále vyvíjí a metody jeho řízení se zdokonalují. Do velké míry je také kreditní riziko ovlivňováno regulací ve formě Basilejských dohod o kapitálové přiměřenosti. Nicméně ve světě, kde každý den vznikají nové a velmi složité finanční instrumenty v konečné fázi záleží na zodpovědnosti každého jednotlivého investora toto riziko co nejefektivněji řídit.

Seznam literatury a zdrojů

Knižní zdroje:

1. FELSENHIMER, Jochen, Philip GISDAKIS and Michael ZAISER. *Active Credit Portfolio Management: A Practical Guide to Credit Risk Management Strategies*. Weinheim: Wiley, 2006. ISBN 3-527-50198-3.
2. GUPTON, G. M., C. C., FINGER, M., BHATIA. *CreditMetrics Technical Document*. New York: J. P. Morgan, 1997. 199 p.
3. JÍLEK, Josef: *Finanční rizika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 640 s. ISBN 80-7169-579-3.
4. JÍLEK Josef. *Finanční trhy a investování*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2009, ISBN 978-80-247-1653-4.
5. JUROŠKOVÁ, Lenka. *Bankovní regulace a dohled*. Praha. Auditorium, 2012. 174 s. ISBN 978-80-87284-26-1.
6. KAŠPAROVSKÁ, Vlasta. *Řízení obchodních bank: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Praha: C.H.Beck, 2006. Beckovy ekonomické učebnice., xix, 339 stran. ISBN 80-7179-381-7.
7. MEJSTRÍK, M., M. PEČENÁ a P. TEPLÝ: *Basic Principles of Banking*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2008. 627 s. ISBN 978-80-246-1500-4.
8. PEČENÁ, Magda a Petr TEPLÝ. *Credit Risk and Financial Crises*. Praha: Karolinum, 2010. 226 s. ISBN 978-80-246-1872-2.
9. POLOUČEK, Stanislav a kol. *Bankovníctví*. 2. vyd. Praha: C. H. Beck, 2013. 480 s. ISBN 978-80-7400-491-9.
10. RESTI, A. European Banks and the CreditMetrics Model: Can we make its implementation easier? In Papers and Proceedings, Euro working group on financial modelling 24th meeting. Valencia, 1999.
11. TEPLÝ, Petr. *Základy financí*, 1. vydání, Praha: Grada Publishing, 2011. 304 s. ISBN 978-80-247-3669-3.
12. VALOVÁ, Ivana. *Řízení rizik podle Basel II*. Brno. Masarykova univerzita, 2010. 187 s. ISBN 978-80-210-5410-3.
13. VLACHÝ, Jan, *Řízení finančních rizik*. Praha: EUPRESS, 2006. 256 s. ISBN 80-86754-56-1.
14. WITZANY, Jiří. *Credit risk management and modeling*. Ed. 1st. Praha: Oeconomica, 2010. 212 s. ISBN 978-80-245-1682-0.

15. ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3., přepracované a rozšířené vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Články v odborných časopisech nebo ve sbornících z konference:

16. CROUHY, Michel, Dan GALAI and Robert MARK. A comparative analysis of current credit risk models. *Journal of Banking and Finance*. 2000. vol. 24, s. 59-117.
17. ČERNÝ, Jakub. Jaké změny hrozí z Basileje. *Bankovníctví*. 2010, č. 12, s. 18. – 19. ISSN 1213-7693.
18. LAUŠMANOVÁ, Monika. Basel III může pozitivně ovlivnit řízení bank. *Bankovníctví*. 2011, č. 2, s. 18 – 21. ISSN 1213-7693.
19. VÁLOVÁ, Ivana. Basel II vs. Solvency II. In *Vývojové trendy v poistovníctve II – recenzovaný zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie*. 1. Vyd. Bratislava: Katedra poistovníctva, Národohospodárska fakulta, Ekonomická univerzita v Bratislave, 2008. od s. 196-201, 210 s. ISBN 978-80-225-2556-5.

Elektronické zdroje a ostatní:

20. Basel Committee on Banking Supervision. *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards* [online], Bank for International Settlements [15. 12. 2013]. Dostupný z: <http://www.bis.org/publ/bcbs107.pdf>.
21. BAYKAL, Elif Onmus. *A Literature Review of Credit Risk Modeling*. [online], Georgetown university [15. 12. 2013]., Dostupné z: http://www12.georgetown.edu/students/eo57/A%20literature%20Review%20of%20Credit%20Risk%20Models_July.pdf.
22. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Opatření České Národní Banky č. 3 ze dne 30. července 2002 o řízení úvěrového rizika v bankách*. [online]. ČNB [15. 12. 2013] Dostupný z: http://www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.cnb.cz/cs/legislative/vestnik/2002/download/v_2002_10_1.pdf.
23. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Opatření České národní banky č. 2 ze dne 3. února 2004 k vnitřnímu řídicímu a kontrolnímu systému banky*. [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupný z: http://www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.cnb.cz/cs/legislative/vestnik/2004/download/v_2004_03_10204510.pdf.

24. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Operační riziko a jeho dopady do finanční stability*. [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupný z http://www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/fs_2007/FS_2007_clanek_4.pdf.
25. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Zpráva o finanční stabilitě 2008 - 2009* [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupné z: www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/fs_2008-2009/index.html.
26. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Zpráva o finanční stabilitě 2009 - 2010* [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/FS_2009-2010/index.html.
27. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Zpráva o finanční stabilitě 2010 - 2011* [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/fs_2010-2011/index.html.
28. ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. *Zpráva o finanční stabilitě 2011 - 2012* [online]. ČNB [15. 12. 2013]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/fs_2011-2012/index.html.
29. Deutsche Bundesbank *Euro Swap* [online], BB [15. 12. 2013] Dostupný z: http://www.bundesbank.de/Navigation/EN/Statistics/Time_series_databases/Macro_economic_time_series/its_details_value_node.html?tsId=BBK01.WX0082&listId=www_s140_it05b
30. Frankfurt Stock Exchange. *Bonds* [online], FSE [15. 12. 2013] Dostupný z: <http://www.boerse-frankfurt.de/en/bonds/>
31. GRONYCHOVÁ, Marcela. *Měření kreditního rizika – model CreditMetrics* [online], Česká pojišťovna [15. 12. 2013]. Dostupný z: <http://www.actuaria.cz/upload/Kreditni%20riziko.pdf>.
32. Micu, M., E. M., Remolona and P., Wooldridge. *The price impact of rating announcements: which announcements matter?*. [online], Bank for International Settlements [15. 12. 2013]. Dostupné z: <http://www.bis.org/publ/work207.html>
33. NOVOTNÝ, Josef. *Posouzení vybraných přístupů stanovení kapitálového požadavku na kreditní riziko komerční banky*. Ostrava, 2012. Dizertační práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta ekonomická, Katedra financí.

34. Oesterreichische Nationalbank. *Operational risk management*. [online]. OeNB [15. 12. 2013]. Dostupný z: http://www.fma.gv.at/typo3conf/ext/dam_download/secure.php?u=0&file=2142&t=1361498469&hash=7c291b0b9c9083fede76dd6a0f69b714.
35. STANDARD & POORS. *Average One-Year Transition Rates For European Corporates By Rating Modifier (1996- 2010)*[online], S&P [15. 12. 2013] Dostupný z: <http://www.standardandpoors.com/ratings/articles/en/eu/?articleType=HTML&assetID=1245302234022>.
36. STANDARD & POORS. *Ratings* [online], S&P [15. 12. 2013] Dostupný z: <http://www.standardandpoors.com/prot/ratings/>
37. The Wall Street Journal. *Stock prices* [online], WSJ [15. 12. 2013] Dostupný <http://markets.wsj.com/>

Seznam zkratek

BCBS	The Basel Committee on Banking Supervision
BIS	The Bank for International Settlements
CB	centrální banka
CDS	Credit Default Swap
CDL	Credit Linked Note
CSO	Credit spread options
ČNB	Česká národní banka
DD	Distance to Default (vzdálenost do defaultu)
DP	Default Point (bod defaultu)
EAD	Exposure at default (expozice v době defaultu)
EDF	Expected Default Frequency (očekávaná četnost defaultu)
EURIBOR	Euro InterBank Offered Rate (evropská mezibankovní sazba)
FIRB	Foundation Internal Ratings Based (základní metoda vnitřních ratingů)
IRS	Interest Rate Swap
LIBOR	London InterBank Offered Rate (londýnská mezibankovní sazba)
LGD	Loss Given Default (ztráta daná defaultem)
M	Maturity (splatnost)
PD	Probability of Default (pravděpodobnost defaultu)
PRIBOR	Prague InterBank Offered Rate (pražská mezibankovní sazba)
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
OTC	Over the Counter (mimoburzovní trh)
RR	Recovery rate (míra návratnosti)
SA	Standardized approach (standardní přístup)
S&P	Standard & Poor's
TM	Trademark
TRS	Total Return Swaps
VaR	Value at Risk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 25.4.2014.



Bc. Martin Urban

Seznam příloh

- Příloha 1: Kompletní jednoletá tranzitivní matice pravděpodobnosti migrace ratingu společnosti S&P
- Příloha 2: Kurz akcií v € za období od 1. 1. 2013 do 1. 1. 2014
- Příloha 3: Kovarianční matice
- Příloha 4: Výnosové křivky získané z jednoleté matice přechodu
- Příloha 5: Forwardové výnosové křivky pro období 2013-2022
- Příloha 6: Náhodné veličiny
- Příloha 7: Korelované veličiny
- Příloha 8: Hraniční hodnoty
- Příloha 9: Přiřazení ratingů
- Příloha 10: Výsledné hodnoty dluhopisů dle ratingů a počtu kusů
- Příloha 11: Rozdělení pravděpodobností hodnot portfolia

